

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA APLIKOVANÉ INFORMATIKY

Návrh racionalizace počítačové sítě pro základní školu

**Design of the Computer Network Rationalisation
for the Elementary School**

Student: Bc. Petr Sedláček

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Rozehnal, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Sedláček**

Studijní program: N6209 Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor: 1802T001 Aplikovaná informatika

Téma: **Návrh racionalizace počítačové sítě pro základní školu**
Design of the Computer Network Rationalisation for the Elementary School

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Teoretická východiska počítačových sítí
 3. Analýza současného stavu u zadavatele
 4. Návrh řešení racionalizace školní počítačové sítě
 5. Zhodnocení přínosů navrhovaného řešení
 6. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

DOSTÁLEK, Libor a Alena KABELOVÁ. *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. 5. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2236-5.

PETERSON, Larry L. a Bruce S. DAVIE. *Computer Networks: A Systems Approach*. 5th ed. Burlington: Morgan Kaufmann, 2012. ISBN 978-0-12-385059-1.

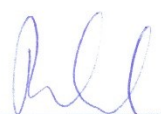
RUSSEL, Charlie a Sharon CRAWFORD. *Microsoft Windows Server 2008: Velký průvodce administrátora*. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2115-3.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Rozehnal, Ph.D.**

Datum zadání: 21.11.2014

Datum odevzdání: 25.04.2015


Ing. Petr Rozehnal, Ph.D.
vedoucí katedry



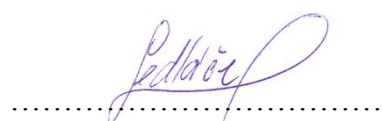

prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

Místopřísežné prohlášení o samostatném vypracování diplomové práce

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracoval samostatně“.

Zároveň bych chtěl na tomto místě poděkovat svému vedoucímu diplomové práce, Ing. Petru Rozehnalovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi pomohly k vypracování této diplomové práce. Také bych rád poděkoval panu Mgr. Danielu Hosnédlovi za jeho ochotu, vstřícnost a spolupráci během celého období zpracování diplomové práce na 11. základní škole Jiřího z Poděbrad ve Frýdku – Místku.

V Ostravě dne 25. dubna 2015



Bc. Petr Sedláček

Obsah

1	ÚVOD	5
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA POČÍTAČOVÝCH SÍTÍ.....	6
2.1	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY POČÍTAČOVÝCH SÍTÍ.....	6
2.1.1	Rozdělení počítačových sítí	6
2.1.2	Referenční model ISO / OSI	9
2.1.3	Architektura TCP / IP	10
2.1.4	Aktivní prvky sítě	12
2.1.5	Rozdělení adres v počítačových sítích.....	13
2.2	VIRTUÁLNÍ LOKÁLNÍ SÍŤ VLAN	15
2.2.1	Důvody vzniku VLAN	16
2.2.2	Praktické výhody VLAN	16
2.2.3	Podporovaná čísla VLAN.....	17
2.2.4	Typologie VLAN.....	17
2.2.5	Komunikace v rámci VLAN	18
2.2.6	Protokol IEEE 802.1q	19
2.2.7	Routing mezi VLAN	20
2.2.8	Pravidla pro přidělování VLAN	21
2.3	VIRTUALIZACE	22
2.3.1	Historie.....	22
2.3.2	Modely virtualizace	23
2.3.3	Serverová virtualizace.....	24
2.3.4	Hypervisor.....	25
2.3.5	Hlavní výrobci produktů pro serverovou virtualizaci	26
2.3.6	Výhody a nevýhody serverové virtualizace	27
2.4	PŘÍSTUPY K IMPLEMENTACI.....	28
2.4.1	Vodopádový model	28
2.4.2	Přechod k virtualizaci podle společnosti Resolutions Enterprises	29
3	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU U ZADAVATELE	34
3.1	PŘEDSTAVENÍ ZÁKLADNÍ ŠKOLY.....	34
3.1.1	Orientační plán školy a její organizační struktura	35
3.2	SOUČASNÝ STAV ŠKOLNÍ POČÍTAČOVÉ SÍTĚ	36
3.2.1	Schéma školní počítačové sítě	37
3.2.2	Poskytovatel internetového připojení.....	38
3.2.3	Přehled aktivních prvků sítě a jejich konfigurace	39
3.2.4	HW a SW vybavení školních serverů.....	45
3.2.5	HW a SW vybavení počítačových učeben.....	49
3.2.6	HW a SW vybavení učebny fyziky.....	52
3.2.7	Webový server	52
3.2.8	Tiskárny.....	53
3.2.9	Licenční politika.....	53
3.3	SHRNUTÍ ANALÝZY ŠKOLNÍ POČÍTAČOVÉ SÍTĚ	54
3.3.1	Zjištěné nedostatky	54
3.3.2	Požadavky ze strany zadavatele	55

4	NÁVRH ŘEŠENÍ RACIONALIZACE ŠKOLNÍ POČÍTAČOVÉ SÍTĚ	56
4.1	STUDIE PROVEDITELNOSTI.....	56
4.2	DOKUMENTACE POČÍTAČOVÉ SÍTĚ.....	58
4.3	NÁVRH LOGICKÉHO ROZDĚLENÍ POČÍTAČOVÉ SÍTĚ POMOCÍ VLAN	60
4.3.1	<i>Schéma logického rozdělení počítačové sítě</i>	<i>60</i>
4.3.2	<i>Konfigurace síťových zařízení.....</i>	<i>62</i>
4.4	NÁVRH SERVEROVÉ VIRTUALIZACE BUDOUCÍHO ŠKOLNÍHO SERVERU	64
4.4.1	<i>Rozhodovací proces při virtualizaci.....</i>	<i>64</i>
4.4.2	<i>Návrh přechodu k serverové virtualizaci</i>	<i>65</i>
4.4.3	<i>Stanovení požadavků na HW nového serveru</i>	<i>69</i>
4.4.4	<i>Zálohování serverů.....</i>	<i>70</i>
4.4.5	<i>Časová náročnost implementace.....</i>	<i>70</i>
4.5	DOPORUČENÍ PRO ODSTRANĚNÍ DALŠÍCH ZJIŠTĚNÝCH NEDOSTATKŮ	71
4.5.1	<i>Upgrade operačních systémů na počítačových stanicích.....</i>	<i>71</i>
4.5.2	<i>Zabezpečení síťového provozu</i>	<i>71</i>
4.5.3	<i>Zabezpečení a klimatizace serverovny</i>	<i>72</i>
5	ZHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ.....	73
6	ZÁVĚR.....	75
	Seznam použité literatury.....	76
	Seznam zkratk	79
	Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
	Seznam příloh	

1 Úvod

Fenoménem dnešní doby je bezesporu pojem globalizace, která ovlivňuje každodenní život celé světové populace a s tím spojený i vliv sociálních sítí, médií a obrovského množství informací na rozhodování lidstva. Za hlavního strůjce tohoto stále se zrychlujícího procesu lze uvést rozmach moderních informačních technologií, bez kterých bychom asi dnes těžko dokázali žít a fungovat. Výpočetní technika totiž udělala ve vývoji za poslední desetiletí obrovský pokrok. Početní operace a úlohy, které musel v minulosti zpracovávat stroj velký jak obývací pokoj, už dnes bez menšího problému dokáže vyřešit každý osobní počítač či notebook. Nyní velký boom zažívají chytré telefony, tablety, phablety apod. Výkon těchto zařízení začíná být srovnatelný s osobními počítači. Nemluvě o obrovském potenciálu superpočítačů, počítačových clusterů, které jsou nezbytné pro řešení nejsložitějších vědeckých disciplín. Díky neustále rostoucímu technickému pokroku se mezi běžnou praxí našel dnes už velice známý pojem zvaný virtualizace, která prostřednictvím nových technologií zásadně mění pohled na efektivní využívání početního výkonu fyzických serverů a nabízí další přelomové přístupy s důrazem na snižování provozních nákladů a zjednodušení správy takto virtualizovaných prostředí. Na virtualizaci úzce navazuje cloud computing, který shledává užitečným a výhodným stále více uživatelů výpočetní techniky. V neposlední řadě je kladen velký důraz na bezpečnost, jelikož kybernetických útoků na počítačové sítě a obecně síťová zařízení různého typu po celém světě stále přibývá.

Předkládaná diplomová práce se zabývá návrhem racionalizace počítačové sítě pro základní školu. Cílem práce je na základě stanovených požadavků ze strany zadavatele a provedené analýze vytvořit dokumentaci školní počítačové sítě. Dále pak návrh logického rozdělení žákovské a učitelské sítě prostřednictvím virtuálních lokálních sítí VLAN namísto současného fyzického rozdělení. Posledním krokem je návrh serverové virtualizace pro budoucí fyzický server, která nahradí stávající nevyhovující řešení v podobě tří zastaralých serverů.

Celá práce se skládá ze čtyř hlavních částí, které jsou systematicky dále rozčleněny. V první části jsou postupně popsány teoretické předpoklady a metodologie, na kterých je práce založena. Druhá část se zabývá podrobnou analýzou školní počítačové sítě, ze které je výstupem popis současného fungování této sítě a shrnutí všech zjištěných nedostatků. Na analýzu navazuje třetí část diplomové práce, ve které je řešen samotný návrh racionalizace počítačové sítě. Kromě zmiňovaného návrhu jsou v této části sepsána doporučení, která mohou být pomocníkem pro odstranění dalších zjištěných nedostatků v budoucnu. V závěrečné části jsou pak zhodnoceny přínosy navrhovaného řešení a vyhodnocení stanovených cílů.

2 Teoretická východiska počítačových sítí

Druhá kapitola se zabývá teoretickou částí diplomové práce a je logicky rozčleněna do několika podkapitol. V úvodní části má za úkol čtenáře seznámit se základními pojmy a principy fungování počítačových sítí. Podrobněji je pak zaměřena na problematiku virtuálních lokálních sítí VLAN, serverovou virtualizaci a implementačními přístupy, které budou pomocníkem pro vypracování návrhu racionalizace školní počítačové sítě ve čtvrté kapitole.

2.1 Základní charakteristiky počítačových sítí

Počítačová síť je konečná množina alespoň dvou autonomních počítačů, které spolu mohou vzájemně komunikovat.

2.1.1 Rozdělení počítačových sítí

Počítačové sítě se klasifikují podle různých hledisek. Základní rozdělení sítí podle rozlehlosti, topologie a hierarchie je ve stručnosti popsáno v níže uvedených bodech:

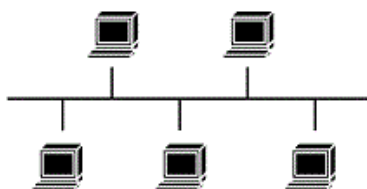
a) Rozdělení podle rozlehlosti

- **PAN** - jedná se o síť s nejmenší rozlehlostí (osobní síť). Tato velice malá počítačová síť slouží k propojení osobních zařízení v rozmezí přibližně 10 metrů. Přenosová rychlost zde není vysoká (v řádech několika Mbit/s). Nejčastěji je realizovaná pomocí technologie Bluetooth nebo IrDA. [26]
- **LAN** – označení pro síť menšího rozsahu omezenou na jedno lokální místo. Příkladem může být počítačová síť v místnosti, podniku, či budově. Zajišťuje sdílení lokálních prostředků (např. tiskárny, data a aplikace). Je vybudovaná pomocí vlastní kabeláže (nejčastěji technologie Ethernet). Při nárůstu menších osobních síťových zařízení (tablety, chytré telefony, notebooky apod.) v poslední době se hojně začal využívat bezdrátový přenos dat. Přenosová rychlost je až několik Gbit/sec. [4]
- **MAN** – označení pro metropolitní síť. Pracuje na geograficky ohraničeném území (města, rozsáhlé instituce) do vzdálenosti 75 km. Rozsahem je větší než LAN (složena z několika sítí LAN). Je vybudovaná pomocí vlastní, nebo pronajaté kabeláže (soukromé i veřejné). S rozrůstající se infrastrukturou se mezi sítěmi LAN a MAN pomalu ztrácí rozdíl. [4]
- **WAN** – nejrozsáhlejší síť, která nemá žádné geografické omezení. Datové sítě svým rozsahem pokrývají území států i celých kontinentů. Za počítačovou síť s rozlehlostí zvanou WAN se tak označuje i celosvětově známá síť Internet.

b) Rozdělení podle topologie

Mezi základní topologii patří fyzická, logická a signálová. Fyzická topologie popisuje fyzickou konstrukci sítě, rozložení počítačových prvků a instalaci kabelů mezi nimi. Logická zobrazuje tok dat v síti z jednoho počítačového zařízení k druhému. Fyzická a logická topologie nemusí spolu souviset, je rozdílná. Signálová topologie mapuje skutečné propojení uzlů v síti na základě sledování procházejícího signálu. [24]

- **Sběrníková topologie (Bus topology)** – vyznačuje se jedním přenosovým médiem, ke kterému jsou připojena všechna zařízení dané sítě. Výhodou této topologie jsou nízké náklady, snadná realizace a rozšíření sítě. Hlavním problémem je vznik kolizí, kterým je možné účinně předcházet využitím protokolu CSMA/CD. Mezi další nevýhody patří omezení maximálního počtu uzlů, které se mohou na sběrnici připojit a s tím související i pokles výkonnosti sítě s větším provozem. [24]



Obr. 2.1: Sběrníková topologie

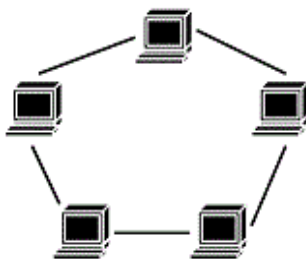
- **Hvězdicová topologie (Star topology)** – patří dnes mezi nejvíce používané topologie. Veškeré koncové uzly jsou propojeny kabelem k jednomu centrálnímu aktivnímu síťovému prvku (např. směrovač nebo přepínač). Hlavní výhodou je fungování zbytku sítě při selhání jednoho prvku. Každý uzel má vlastní kabel, tudíž nedochází ke kolizím a síť také nabízí vyšší výkonnost. Omezení celé sítě nastává v okamžiku výpadku nebo poruchy centrálního zařízení. Za nevýhodu lze zmínit i větší spotřeba kabeláže. [24]



Obr. 2.2: Hvězdicová topologie

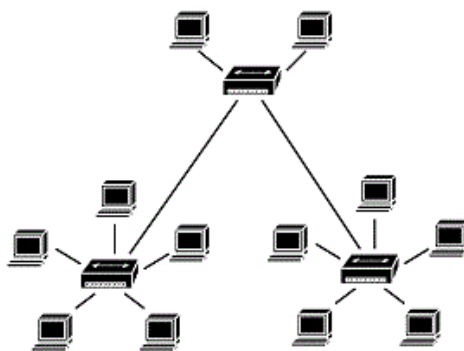
- **Kruhová topologie (Ring topology)** – v této topologii jsou koncové uzly zapojeny do kruhu. Data se pak posílají jedním směrem. Přidání dalšího uzlu nemá skoro žádný vliv na šířku pásma a také nevznikají žádné kolize. Při poruše jednoho uzlu nebo kabelu

přestává fungovat celá síť, což je největší nevýhoda této topologie. Při výpadku sítě je rovněž velice náročné nalézt a opravit poruchu, která tento výpadek zapříčinila. [24]



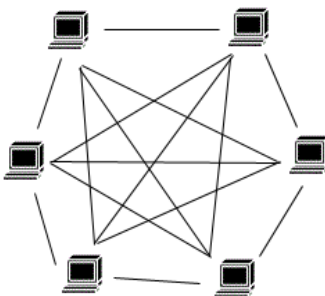
Obr. 2.3: Kruhová topologie

- **Stromová topologie (Tree topology)** – vzniká vzájemným propojením hvězdicových sítí. Při selhání aktivního síťového prvku mohou ostatní části sítě nadále fungovat (např. oddělení, počítačová učebna). Výpadek celé sítě však nastává při poruše kořenového uzlu (např. centrálního routeru nebo switche). [24]



Obr. 2.4: Stromová topologie

- **Smíšená topologie (Mesh topology)** – jedná se o síť, kdy jsou uzly propojeny přímo s více než jedním dalším uzlem. Neexistuje proto žádný centrální prvek. Při ztrátě jedné z linek je uzel schopen komunikovat přes další linky. Na druhou stranu je zapotřebí zavést směrování provozu a zaopatřit proti jeho zacyklení. Příkladem mesh topologie je celosvětově známá síť Internet, telekomunikační sítě apod. Tento způsob zapojení lze využít i v oblasti superpočítačů (firma Cray). [24]



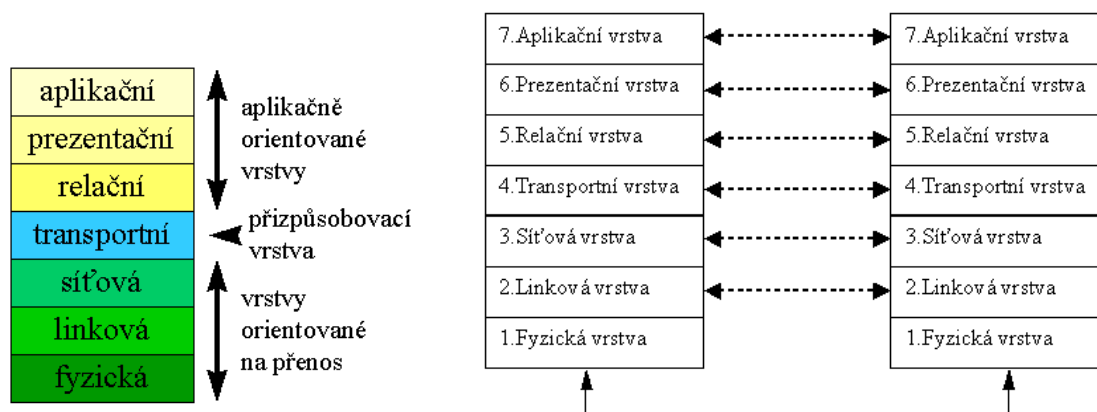
Obr. 2.5: Stromová topologie

c) Rozdělení sítí podle hierarchie

- **Peer-to-peer (P2P)** – v této hierarchii zapojení spolu jednotliví uživatelé komunikují přímo. Počítače jsou si rovny a každý z nich slouží jako klient i server. [1] P2P sítě mají hlavní využití a jsou známy pro přenos dat mezi jednotlivými uživateli.
- **Server-client** - klienti na této bázi sítě komunikují se serverem, který funguje pouze jako server poskytující soubory a správu prostředků. Servery zajišťují rychlé zpracování požadavků a zabezpečení souborů a adresářů. [4]

2.1.2 Referenční model ISO / OSI

ISO / ISO referenční model popisuje chování jednotlivých prvků v počítačové síti. Model vznikl v roce 1983 organizací ISO a skládá ze sedmi vrstev. Právě těchto sedm vrstev bylo podle tvůrců modelu nejefektivnější rozdělení síťových služeb. Jednotlivé vrstvy pomáhají při procesu výměny dat. Úkolem každé vrstvy je poskytovat služby následující vyšší vrstvě a nezatěžovat vyšší vrstvu detaily o tom, jak je služba ve skutečnosti realizována. Obrázek a popis jednotlivých vrstev ISO / OSI referenčního modelu je blíže specifikován níže: [19]



Obr. 2.6: Referenční model ISO / OSI

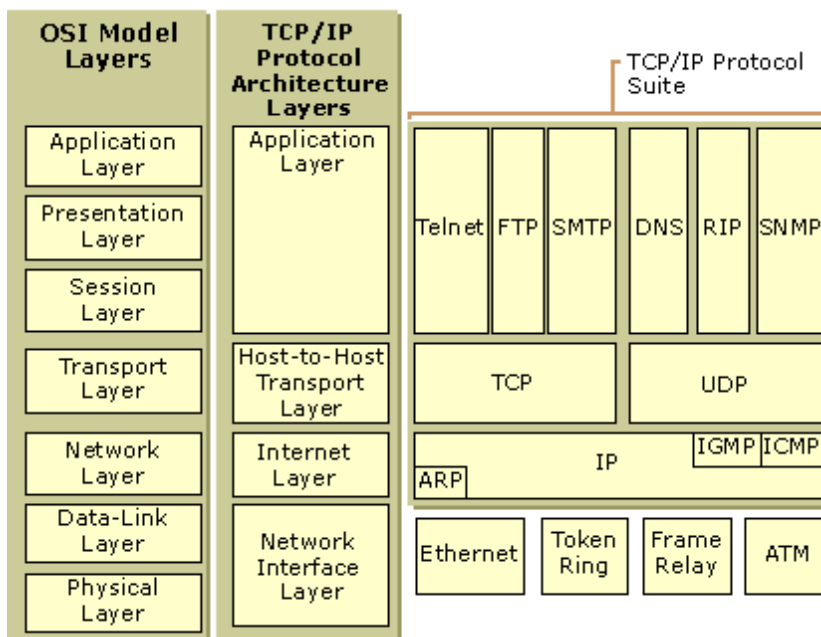
- **Fyzická vrstva** – HW vrstva modelu; nerozumí obsahu přenášené informace, není tedy inteligentní vrstvou; definuje mechanické a elektrické specifikace přenosového média; definuje také pravidla pro transmitování bitů fyzickým přenosovým médiem; vztahuje se k ní fyzická topologie sítě; mezi aktivní prvky patří např. repeater, hub nebo modem.
- **Linková vrstva** – SW vrstva; rozdělena na dvě podvrstvy (MAC a LLC); je inteligentní vrstvou; má za úkol organizovat přenášené informace do struktury rámců; adresace zařízení probíhá na základě jejich fyzických adres; spojena s logickou topologií sítě; dokáže detekovat a opravovat chyby při přenosu rámců; zabezpečena kontrola toků rámců; mezi aktivní prvky patří např. bridge, switch L2.

- **Síťová vrstva** – SW a inteligentní vrstva modelu; základním úkolem je přenos datagramů v počítačové síti rozdělené do logických podsítí; zabezpečuje jedinečnost logických adres zařízení v rámci počítačové sítě – Network:Host; pro nalezení optimální trasy datagramu je založena na směrovacích algoritmech; obsahuje obranný mechanismus k přehlcení aktivních prvků; funguje na principu rozdělování a skládání zpráv; za hlavní síťové prvky, pracující na této vrstvě, je směrovač a přepínač L3.
- **Transportní vrstva** - SW a inteligentní vrstva modelu; odděluje tři horní vrstvy od tří dolních vrstev; zajišťuje spolehlivý přenos segmentů mezi účastníky komunikace; předávání segmentů je zabezpečeno mechanismy flow a error control; umožňuje ustanovit více logických toků segmentů mezi odesílatelem a příjemcem; obsahuje zabezpečovací mechanismus adresace služeb obsažených ve vyšších vrstvách modelu – Network:Host:Service; se čtvrtou vrstvou OSI referenčního modelu je spojen systém přidělování logických jmen síťovým zařízením.
- **Relační vrstva** - SW a inteligentní vrstva modelu; v původním návrhu modelu tato vrstva neměla vůbec existovat (telekomunikační lobby); jejím úkolem je správa dialogů a chybových stavů v rámci dialogu; zajišťuje volání vzdálených procedur.
- **Prezentační vrstva** - SW a inteligentní vrstva modelu; zabezpečuje korektní translace mezi jednotlivými formáty dat; zajišťuje kompresi a dekompresi dat; zabezpečuje kódování a dekódování dat.
- **Aplikační vrstva** - SW a inteligentní vrstva modelu; vytváří rozhraní mezi OSI referenčním modelem a uživatelskou aplikací; obsahuje implementace významných síťových služeb; obsahuje mechanismus oznamování existence a přístupnosti služeb na jednotlivých prvcích počítačové sítě (SA); velice inteligentním zařízením, které pracuje na této vrstvě, je gateway. [19]

2.1.3 Architektura TCP / IP

Počátky architektury TCP/IP se datují do konce 60. let v rámci výzkumných prací Ministerstvem obrany USA na akademické půdě ARPANet. Cílem bylo propojit různorodé počítače mnoha vojenských a vědeckých pracovišť. Svou dnešní podobu architektura TCP / IP získala zhruba v letech 1977-79. Sada protokolů TCP / IP nese označení nejen pro dva v názvu uvedené protokoly TCP a IP, ale ve skutečnosti obsahuje celou soustavu dalších protokolů. Síťový model TCP / IP se proto stal hlavním protokolem celosvětové sítě Internet. Množina protokolů TCP / IP vychází z modelu ISO / OSI, ale skládá se pouze ze čtyř vrstev. Niže uvedený obrázek názorně zobrazuje rozdělení vrstev u architektury TCP / IP ve srovnání

s rozdělením vrstev v OSI referenčním modelu. Z obrázku je patrné, že fyzická a linková vrstva modelu ISO / OSI koresponduje s vrstvou síťového rozhraní TCP / IP. Třetí vrstva v modelu OSI označena jako síťová, odpovídá druhé vrstvě sady TCP / IP – internetové. Vrstva transportní se vyskytuje jednak v modelu OSI (4. vrstva) a také v sadě TCP / IP (3. vrstva). Vrstvy relační a prezentační, které jsou součástí referenčního modelu OSI, byly v TCP / IP zcela vynechány. Na obou vrcholech modelu ISO a architektury TCP / IP se nachází vrstva aplikační. [7] [25]



Obr. 2.7: Architektura TCP / IP

- **Vrstva síťového rozhraní** – závisí na typu sítě a je různá pro Ethernet, ATM, Token Ring nebo telefonní síť. Je to nejnižší vrstva a má na starost vše, co je spojeno s ovládáním přenosové cesty. Rovněž umožňuje přijímání a vysílání datových paketů. Ve většině lokálních sítí je především své jednoduchosti používán Ethernet. [8] [17]
- **Síťová vrstva** - internetová vrstva není závislá na konkrétní přenosové technologii a je často označována jako IP vrstva, protože je realizována pomocí protokolu IP. Úkol této vrstvy je stejný jako úkol vrstvy síťové v modelu OSI. A to správné doručení jednotlivých paketů příjemci. [8]
- **Transportní vrstva** – vytváří spojení a směřuje datový tok k příslušným aplikacím. Nejčastěji je realizována pomocí protokolu TCP a hlavním úkolem této vrstvy je spolehlivý zabezpečený přenos dat mezi komunikujícími aplikacemi protokolem TCP a nespolehlivý přenos pomocí protokolu UDP. Spojení je definováno pomocí dvojice tzv. soketů, což je kombinace IP adresy a čísla portu. [8] [17]

- **Aplikační vrstva** - zajišťuje konverzi dat, šifrování, interpretaci dat apod. za účelem správného zobrazení dat uživateli. Obsahuje protokoly nejpoužívanějších služeb. [17]

Mezi nejznámější a nejpoužívanější síťové služby patří např. **DNS** (53), **FTP** (20, 21), **SMTP** (25), **POP3** (110), **TELNET** (23), **IMAP** (143), **HTTP** (80), **HTTPS** (443), **NTP** (123), **LDAP** (389). Údaj v závorce obsahuje oficiální číslo TCP portu, na kterém služba standardně běží. [21]

2.1.4 Aktivní prvky sítě

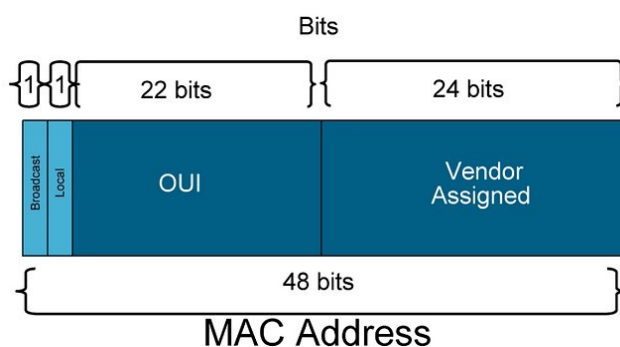
V kapitole 2.1.2 byl představen referenční model ISO / OSI, ve kterém byly mimo jiné zmíněny i aktivní prvky fungující na patřičné vrstvě modelu. Obecně se jedná o síťová zařízení repeater, hub, modem, bridge, switch L2, switch L3, router apod. A právě na poslední dva vyjmenované a dnes nejpoužívanější aktivní síťové prvky, které pracují na třetí vrstvě OSI modelu, je podrobněji zaměřena tato kapitola.

- **Switch (přepínač)** – základní princip fungování switche je založen na technologii CSMA / CD. Na rozdíl od hubu ale výrazně eliminuje postupné zahlcování sítě se stoupajícím počtem stanic tím, že odděluje komunikující stanice od zbytku sítě. Ostatní stanice tak nejsou zahlcovány cizími pakety a nedochází ke zpomalování sítě. [24] Přepínače se postupem času neustále zdokonalují a získávají nové funkcionality. Označení přepínače se definuje podle toho, na které vrstvě OSI referenčního modelu pracuje (L2, L3). Switch L2 zajišťuje komunikaci v rámci jednoho subnetu. Jedná se o tzv. přepínání a adresuje se pomocí MAC adresy. L3 switch není nic jiného než switch, který dokáže směřovat (má funkce switche i routeru). Takový L3 switch umí nejen pořádkem přepínat, ale jeho další funkcionalitou je možnost nastavit některé porty tak, že se budou chovat jako porty routeru. Tím také umožňuje směřovat mezi VLAN.
- **Router (směrovač)** – je inteligentní síťový prvek, který pracuje na třetí vrstvě OSI referenčního modelu. Důležitá je informace, že směrovač nefunguje na principu odposlechu reálného provozu, ale na principu směrování. Jeho hlavním úkolem je si budovat optimální směrovací tabulku, která shromažďuje informace o připojených podsítích na základě komunikace s dalšími směrovači. Router poté vybírá nejvhodnější a nejkratší cestu pro posílaný paket. Mezi další funkce směrovačů patří filtrace paketů, šifrování, zabezpečení provozu, překlad síťových adres (NAT), možnost vytvoření přístupového bodu Wi-Fi a mnoho dalších. [4] [13]

2.1.5 Rozdělení adres v počítačových sítích

V počítačových sítích existují celkem tři typy adres, a to fyzické, logické a symbolické. Základní popis těchto adres je uveden níže:

- a) **Fyzické adresy** – neboli MAC adresy slouží k adresaci v rámci druhé vrstvy ISO referenčního modelu. MAC adresa je 48 bitová adresa (6B) a zapisuje se jako šestice hexadecimálních čísel oddělených pomlčkami nebo dvojtečkami (F4.CE:46:01:51:85). Fyzická adresa je svázána se síťovým adaptérem každého zařízení. První polovina (3B) je přidělována centrálním správcem adresního prostoru a je už všech karet daného výrobce stejná. Druhá polovina (3B) je pak na straně výrobce, který přiřazuje hodnotu svým vyrobeným síťovým kartám nebo zařízením. MAC adresa musí být v rámci Ethernetu jedinečná na celém světě. [23]



Obr. 2.8: MAC adresa

- b) **Logické adresy** – neboli IP adresy slouží pro přenos datagramů na třetí (síťové) vrstvě OSI modelu a je zabezpečen protokolem IP. Tento nespolehlivý a nespojený protokol existuje ve dvou verzích, a to IPv4 (32 bitů) a IPv6 (128 bitů). V současné době stále využívaný IPv4 má IP adresu o délce čtyři bajty (např. 188.175.52.29) a skládá se ze dvou částí (Network : Host). IP adresa jednoznačně identifikuje zařízení v počítačové síti a v rámci IPv4 existují následující adresy: **Unicast**, které musí být v Internetu jedinečné; **Broadcast**, který je určen všem stanicím v síti; **Multicast**, který je adresován konkrétním stanicím a **Loopback**, který tvoří programovou smyčku na IP adrese 127.0.0.1 (localhost). Tato IP adresa nikdy neopouští systém. [3] V rámci tohoto tématu, které se zabývá logickými adresami, je důležité se zmínit i o třídách IP adres a síťové masce.
- **Třídy IP adres** – jak už bylo zmíněno, IP adresa se dělí na adresu sítě a adresu počítače v rámci této sítě. Kolik bajtů z IP adresy tvoří adresu sítě, určují počáteční bity prvního bajtu IP adresy. IP adresy jsou rozděleny do pěti tříd (A, B, C, D, E). Tabulka 2.1, která je umístěna na další straně, shromažďuje veškeré užitečné informace o každé třídě. [3]

Třída	Začátek (binárně)	1. bajt	Standardní maska	Bitů sítě	Bitů stanice	Sítí	Stanic v každé síti
A	0	0-127	255.0.0.0	7	24	126	16 777 214
B	10	128-191	255.255.0.0	14	16	16384	65534
C	110	192-223	255.255.255.0	21	8	2 097 152	254
D	1110	224-239	Multicast				
E	1111	240-255	Vyhrazeno jako rezerva				

Tab. 2.1: Třídy IP adres

Třída A, kde nejvyšší bit prvního bajtu má hodnotu 0. Zbýlých 7 bitů prvního bajtu tvoří adresu sítě a zbývajících 24 bitů jsou určeny pro adresu počítače v rámci sítě. Ve třídě A je celkem 0 – 127 sítí, kde 0 je adresa sítě a 127 adresa broadcastu. K dispozici je tedy 126 volných sítí. Je vhodná pro velmi rozsáhlé sítě a v České republice se nevyskytuje. Vyhrazené IP adresy pro vnitřní sítě mají rozsah 10.0.0.0 - 10.255.255.255. [3] [28]

Třída B umožňuje adresovat více jak 16 tisíc sítí a 65 tisíc zařízení v každé síti. Z tabulky 2.1 lze tyto informace přehledně vyčíst. Jelikož byl princip adresace vysvětlen u předchozí třídy A, není zapotřebí se touto problematikou podrobně opět zabývat. První dva bajty tvoří adresu sítě a další dva pak adresu počítače. V České republice mají IP adresu z tohoto rozsahu významné organizace. Vyhrazené IP adresy pro vnitřní sítě jsou zde v rozsahu 172.16.0.0 až 172.31.0.0. [28]

Třída C a IP adresy v ní umístěné jsou v Čechách nejpoužívanější. První tři bajty jsou adresou sítě a jeden byte je adresou počítače. Vyhrazené IP adresy pro vnitřní sítě jsou zde v rozsahu 192.168.0.0 až 192.168.255.0. [28]

Třída D je vyhrazena pro multicast IP adresy.

Třída E slouží jako rezerva pro budoucí použití. Bohužel i tato zásoba ale bude za nedlouho vyčerpána. IPv4 byl měl být proto plnohodnotně nahrazen IPv6.

- **Maska sítě** – je nástroj pro zjištění adresy sítě z IP adresy. Určuje, které bity v IP adrese tvoří adresu sítě. Síťová maska je čtyřbajtová stejně jako IP adresa. Bity síťové masky, které patří adrese sítě, jsou v síťové masce nastaveny na 1 a ostatní bity na 0. [5]

c) Symbolické adresy – jsou spjaté se systémem DNS a čtvrtou vrstvou OSI referenčního modelu. Domain Name System je celosvětově distribuovaná databáze, jehož hlavním úkolem je překlad IP adres na doménové jména a naopak (o vyřizování těchto dotazů se starají jmenné servery). Celý Internet je rozdělen do tzv. domén (skupin jmen), které k sobě logicky patří. Doménové jméno se skládá z řetězců vzájemně oddělených tečkou. V praxi je tak každý uživatel oproštěn si pamatovat jednotlivé IP adresy při prohlížení webových stránek na Internetu. [3] [14]

2.2 Virtuální lokální síť VLAN

Virtuální lokální síť VLAN je síťová technologie, která slouží k logickému rozdělení sítě nezávisle na fyzickém uspořádání. Hostitelská zařízení ve stejné síti VLAN vzájemně komunikují, jako by byla v síti LAN. Hostitelská zařízení v různých sítích VLAN však spolu nemohou komunikovat přímo. [31] Po jedné fyzické lince je možné teoreticky provozovat až 4094 virtuálních linek. Omezení spočívá pouze na fyzické kapacitě linky. [29]

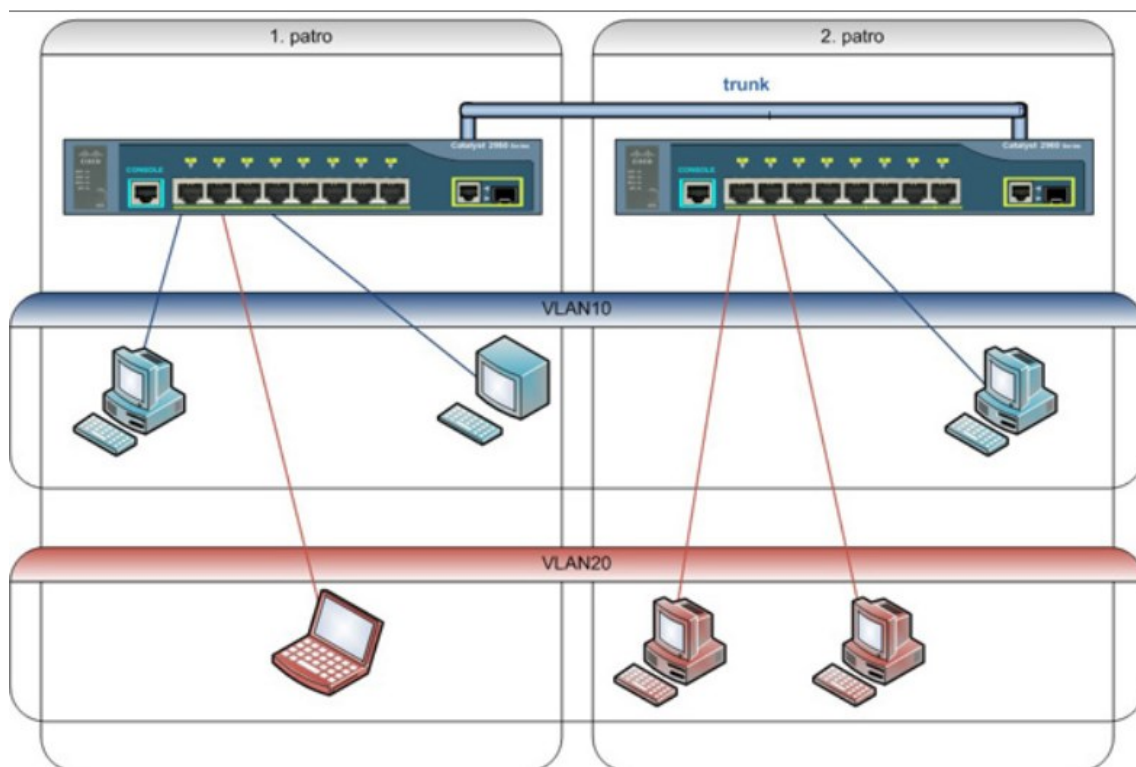
Historie virtuálních sítí se datuje roku 1995, kdy se první proprietární implementace VLAN objevily už rok po uvedení prvních přepínačů. Pozornost uživatelů si získaly ihned, jelikož provozovatelům sítí slibovaly úspory v řádu tisíců dolarů, spojených se změnami v konfiguraci sítí, při zlepšených možnostech managementu a zvýšení výkonu. Očekávaný „boom“ virtuálních sítí však zpočátku nenastal, a to hlavně z těchto důvodů:

- Implementace VLAN byla dlouho proprietární záležitostí jednotlivých výrobců přepínačů, což znemožňovalo vytváření rozsáhlých virtuálních sítí ve smíšeném prostředí.
- Byly podceněny vlastní administrativní náklady na zavedení a správu VLAN.
- Očekávané přínosy nebyly až tak významné.

Pravý rozmach VLAN nastal až v posledních letech, kdy začaly vznikat celé sítě založené na přepínaných technologiích.

Díky virtuálním lokálním sítím VLAN lze počítačovou síť segmentovat na menší sítě uvnitř fyzické struktury původní sítě. Jednoduše řečeno pomocí VLAN je možno dosáhnout stejného efektu, jako když existuje skupina zařízení připojených do jednoho (několika propojených) přepínačů a druhou skupinu do jiného (jiných) přepínačů. Jsou to dvě nezávislé sítě, které spolu nemohou komunikovat (jsou fyzicky odděleny). Pomocí VLAN lze takovéto dvě sítě vytvořit na jednom (nebo několika propojených) přepínačích. V praxi je zapotřebí zajistit komunikaci mezi těmito sítěmi. S VLAN však lze pracovat stejně jako s normálními sítěmi a tedy mezi nimi využít jakýkoliv způsob routování. [12] [18]

Níže uvedený obrázek vysvětluje princip fungování VLAN. Pro příklad jsou dvě patra, kde na každém patře je switch. Switche jsou pak propojeny páteří s trunkem. Jako trunk se označuje port, který je zařazen do více VLAN. Úkolem je propojit zařízení do dvou nezávislých skupin (modrá - VLAN10 a červená VLAN20). Použitím VLAN dojde k tomu, že komunikace se posílá pouze na porty, které jsou zařazeny do stejné VLAN. Tradiční technikou by bylo nezbytné mít switche oddělené a každou skupinu (modrou a červenou) propojit do jednoho switche, což by byl problém, protože jsou na různých patrech. [18]



Obr. 2.9: Princip fungování VLAN

2.2.1 Důvody vzniku VLAN

Mezi hlavní důvody vzniku VLAN lze uvést:

- Seskupování uživatelů v síti podle skupin či oddělení na rozdíl podle fyzického umístění a oddělení komunikace mezi těmito skupinami.
- Snížení broadcastů v síti, které začaly být problémem již před několika lety.
- Zmenšení kolizních domén v době, kdy se nepoužívaly switche, ale třeba huby. [18]

2.2.2 Praktické výhody VLAN

Mezi hlavní výhody virtuálních lokálních sítí patří:

- **Snížení broadcastů** - hlavní výhodou VLAN je vytvoření více, ale menších, broadcastových domén. Tedy zlepšení výkonu sítě snížením provozu (traffic).
- **Zjednodušená správa** - k přesunu zařízení do jiné sítě stačí překonfigurovat zařízení do VLAN, tedy správce konfiguruje SW (zařazení do VLAN) a ne HW (fyzické přepojení).
- **Zvýšení zabezpečení** - oddělení komunikace do speciální VLAN, kam není jiný přístup.
- **Oddělení speciálního provozu** - dnes se používá řada provozu, který nemusí být propojen do celé sítě, ale přesto je nezbytné ho dostat na různá místa. Navíc je nežádoucí, aby byl ovlivněn běžný provoz. Příkladem je například IP telefonie,

komunikace mezi AP v centrálně řízeném prostředí, management (zabezpečení správcovského přístupu k zařízením).

- **Snížení HW** - samozřejmě se nesnižuje potřebný počet portů, ale tím, že mohou být různé podsítě na stejném přepínači, tak je lze optimálně využít (například pro propojení tří zařízení není potřebný speciální switch). [18]

2.2.3 Podporovaná čísla VLAN

Každá VLAN se označuje číslem. Z důvodu kompatibility se všemi prvky nelze používat libovolně všechna čísla, která jsou k dispozici. Význam jednotlivých čísel a rozsahu VLAN je popsán v následující tabulce. [29]

VLAN	Význam
0	nepoužívá se
1	výchozí VLAN; defaultně všechny porty; nelze smazat ani změnit
2 - 4092	volně k dispozici
4093 - 4094	Na některých přepínačích jsou tyto VLAN rezervovány pro zvláštní použití (např. pro stackování)

Tab. 2.2: Podporovaná čísla VLAN

2.2.4 Typologie VLAN

Přiřazení do VLAN se nastavuje typicky na přepínači. Na přepínačích, které podporují virtuální lokální síť, vždy existuje alespoň jedna VLAN. Jedná se o defaultní VLAN číslo 1, kterou není možno smazat či vypnout. Není-li explicitně nastaveno jinak, jsou všechny porty (tedy veškerá komunikace) zařazeny do VLAN 1. Pro zařazení komunikace do VLAN existují čtyři základní metody:

- **Podle portu** – v praxi nejvíce využívána metoda. Port switchu je ručně a napevno zařazen do určité VLAN. Veškerá komunikace, která přichází přes tento port, spadá do zadané VLAN. To znamená, že pokud je do portu připojen další switch, tak všechny zařízení připojená k němu budou v jedné VLAN. Je to nejrychlejší a nejpoužívanější řešení. Není třeba nic vyhodnocovat pro zařazení do VLAN. Definice zařazení do VLAN je lokální na každém přepínači. Jejich správa je pak jednoduchá a přehledná.

- **Podle MAC adresy** – rámce (port) se zařadí do VLAN podle zdrojové MAC adresy. Z tohoto důvodu je nezbytné spravovat tabulku se seznamem MAC adres pro každé zařízení spolu s VLAN. Výhodou je, že se jedná o dynamické zařazení, takže pokud je zařízení připojeno do jiného portu, automaticky se zařadí do správné VLAN. Switch musí vyhledávat v tabulce MAC adres. Jsou známy dvě možnosti fungování této metody. Buď se podle MAC adresy prvního rámce nastaví zařazení portu do VLAN a toto nastavení zůstane, dokud se port nevypne. Nebo se každý rámec zařazuje samostatně do VLAN podle MAC adresy. Toto řešení je velmi náročné na výkon.
- **Podle protokolu** – tato metoda určuje zařazení podle informace získané z 3. vrstvy ISO-OSI. V praxi nebývá příliš rozšířené. Zařízení musí mít napevno definovanou IP adresu a přepínač se musí dívat do třetí vrstvy. To však znamená zpomalení.
- **Podle autentizace** – funguje na principu ověření uživatele nebo zařízení pomocí protokolu IEEE 802.1x a podle informací se automaticky umístí do VLAN. Jedná se o univerzální metodu, kdy nezáleží ani na fyzickém zařízení ani na místě zapojení. Server, který ověřuje identitu uživatele, obsahuje také mapování uživatelů na VLAN a tuto informaci zašle po úspěšné autentizaci. U této metody je možné nastavení, že v případě, kdy není uživatel autentizován, tak je zařazen do speciální hostovské VLAN. [18]

2.2.5 Komunikace v rámci VLAN

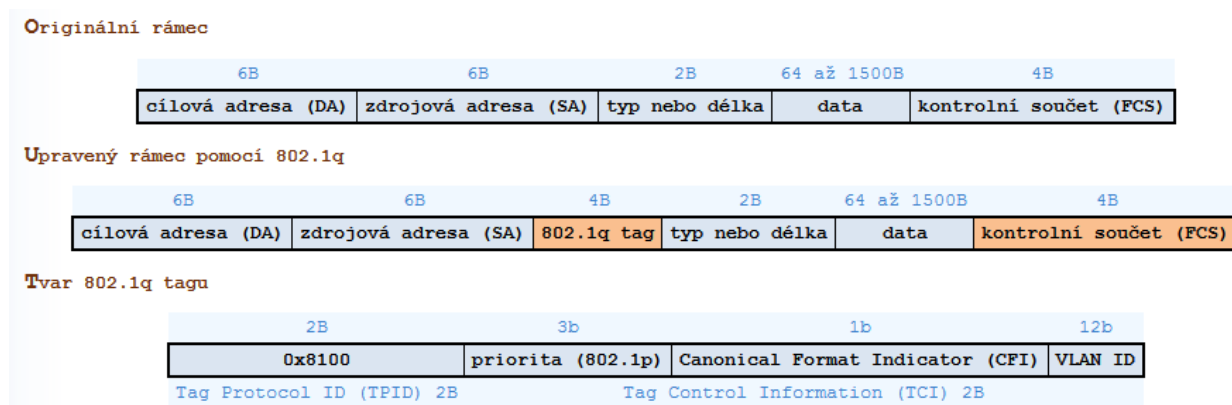
V praxi existují dvě situace, které řeší příslušnost k VLAN, a to při komunikaci v rámci jednoho přepínače nebo při komunikaci mezi několika přepínači.

- **VLAN na jednom switchi** - při komunikaci ve VLAN v rámci jednoho switchu je to jednoduché. Switch si v operační paměti udržuje informace, do které VLAN patří daná komunikace (port), a v rámci switchu povoluje pouze správné směrování. V tomto případě máme jednotlivé porty zařazené do jedné VLAN, a to buď staticky, nebo dynamicky. Cisco těmto portům říká access port (přístupový port).
- **VLANY mezi více switchi** – problém nastává, když je zapotřebí, aby se informace o zařazení do VLAN neztratila při přechodu na jiný switch. Je tedy žádoucí, aby se v celé síti mohli využít stejné VLAN a nezáleželo, do kterého přepínače je zařízení připojeno a metoda fungovala i mezi switchi různých výrobců. Toto byl zpočátku problém. Cisco si proto vytvořilo svoji metodu ISL, která zapouzdřuje celý rámec, ale funguje pouze na jejich zařízeních. Proto je důležité, že vznikl standard IEEE 802.1q. [18]

2.2.6 Protokol IEEE 802.1q

Protokol IEEE 802.1q využívá značkování rámců. Komunikace se označuje jen ve chvíli, kdy je to zapotřebí. Dokud probíhá v rámci jednoho switche a připojených zařízení, nic nepřidává. Je-li však nutno poslat komunikaci dalšímu switchi, tak je označena. Odchozí komunikace se taguje na portu, kterému se říká trunk port. Tento port přenáší více (vybraných) VLAN a aby je mohl odlišit, tak je označuje. Spojení dvou trunk portů se říká trunk nebo trunk link. Proto je tento protokol označován jako trunking protokol nebo dot1q tagging.

Jedná se o standardizovanou metodu, kterou podporují všechny moderní switche s podporou VLAN. Funguje na principu tzv. tagování. Vezme se originální rámec, jeho hlavičku se rozšíří o 4B informací, z nichž první je značka, že se jedná o protokol 802.1q (hodnota 0x8100). Dále následuje priorita dle protokolu 802.1p, příznak, zda je MAC adresa v kanonickém tvaru a poslední je číslo VLAN. Protože se změnila data, je třeba přepočítat kontrolní součet na konci rámce (viz. obr. 2.10: IEEE 802.1q tagging). [18]

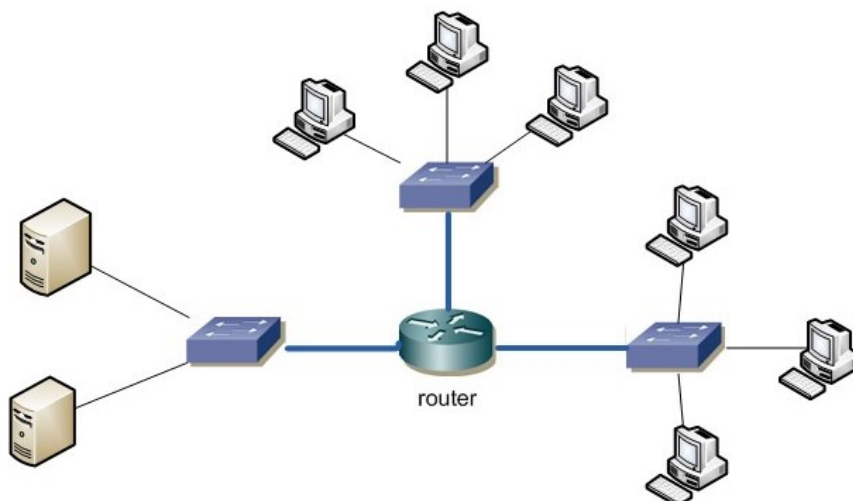


Obr. 2.10: IEEE 802.1q tagging

Native VLAN je termín spojený s protokolem 802.1q a nastavuje se na trunk portu. Provoz, který je zařazen do native VLAN při přenosu zůstává nezměněn a příchozí provoz, který není tagovaný se zařazuje do native VLAN. Často se jako native VLAN nastavuje management VLAN. Důsledkem také je, že pokud se na trunk port dostane nějaký rámec, který nemá tag, tak je zařazen do nativní VLAN. Jinak řečeno, pokud do portu, který je nakonfigurován jako trunk, se připojí normální stanice (která nepodporuje trunk), bude komunikovat v této VLAN. V praxi se využívá tato vlastnost u zapojení, kdy je připojen IP telefon a za ním PC. Native VLAN se nastaví stejně jako VLAN pro PC, i když se IP telefon odpojí, PC se následně připojí přímo, komunikace stále funguje. [18]

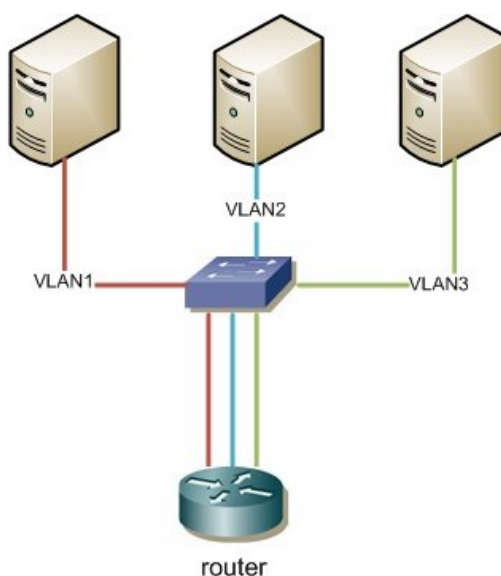
2.2.7 Routing mezi VLAN

Klasický routing vypadá tak, že existuje několik oddělených sítí a mezi nimi je zapotřebí umožnit komunikaci. Níže uvedený obrázek představuje tři samostatné přepínače propojené pomocí směrovače. Může se jednat například o školní servery a dvě počítačové učebny, které je k nim žádoucí připojit, ale rovněž je nezbytné zajistit, aby mezi sebou nemohly komunikovat.



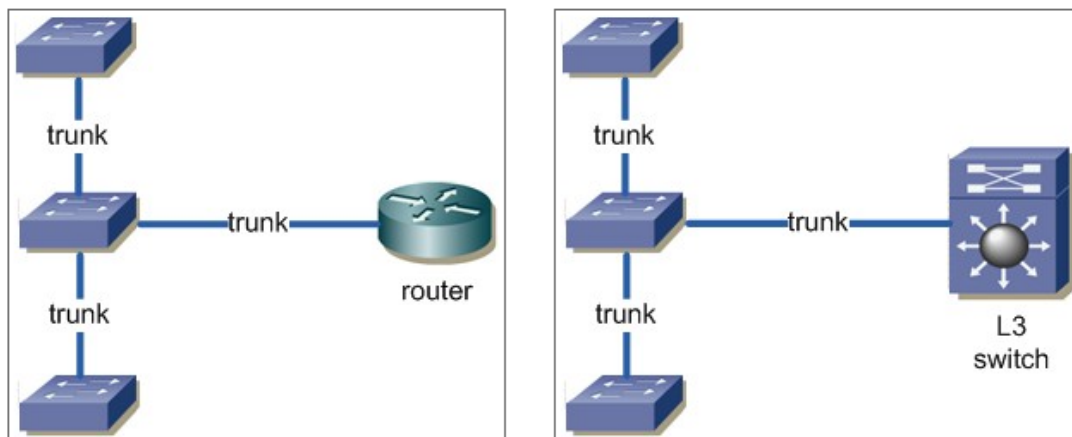
Obr. 2.11: Schéma zapojení počítačové sítě a její rozdělení pomocí přepínačů

Využití virtuální lokálních sítí VLAN však umožňuje rozdělit tyto tři podsítě prostřednictvím pouze jednoho switche. Na přepínači je možné jednotlivé VLAN, které je zapotřebí routovat, vyvést do samostatných přístupových portů a ty pak připojit do routeru. Schéma nového zapojení po těchto úpravách je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obr. 2.12: Rozdělení počítačové sítě prostřednictvím VLAN

Efektivnější je však použít mezi routerem a switchem trunk. Dále místo klasického routeru je možné využít rychlejší L3 switch. [18]



Obr. 2.13: Využití trunku ve spojení mezi směrovačem (L3 switchem) a switchem

2.2.8 Pravidla pro přidělování VLAN

Při přidělování jednotlivých VLAN u síťových zařízení je vhodné dodržovat určitá pravidla:

- V rámci jednoho směrovače nebo směrovačů, kam vedou připojené linky, musí být číslo VLAN unikátní.
- Stejně číslo VLAN musí být stejné na obou stranách spoje (např. u bezdrátových linek)
- Pokud se na portu nastavuje netagovaná VLAN, je nutné zároveň specifikovat i PVID, kde se uvádí stejné číslo, jako je číslo zamyšlené netagované VLAN. PVID říká přepínači, že všechny pakety, které na něj přijdou bez značky, označí automaticky značkou VLAN uvedené v PVID. Pokud se nenastaví PVID na portu, nebude netagovaná VLAN na daném portu fungovat.
- Při nastavování VLAN je nutné dbát pozornosti, aby se síť nespojila do kruhu.
- Nastavení a veškeré změny je vhodné dokumentovat.
- Jestliže se některá VLAN na daném portu už nepoužívá, je třeba zrušit nastavení na switchi (případně zrušit celou VLAN i na routeru)
- VLAN se musí nastavit na každém přepínači po cestě mezi routerem a switchem, kam je zařízení zapojeno. [29]

2.3 Virtualizace

V dnešním světě stále rostoucí rozmach informačních technologií sebou přináší nový fenomén, který se nazývá virtualizace. Virtualizace existuje na několika úrovních. Největší změnu však způsobila serverová virtualizace, která umožňuje, aby na jednom fyzickém serveru (na jednom hardware) běželo více oddělených serverů s vlastním operačním systémem. Fyzický server každému takovému virtuálnímu serveru emuluje virtuální hardware (procesor, paměť, disk, síťová karta, mechaniky, periferní zařízení a další). Běžný uživatel nebo zákazník však na první pohled vůbec nepozná, že se jedná o takto virtualizovaný server. Každý virtualizovaný server má totiž přiděleny své vlastní HW prostředky a samostatně nainstalovaný operační systém. [6] [34]

2.3.1 Historie

Virtualizace je technologie s dlouhou historií datující se až ke konci 60. let a počátek 70. let minulého století. Koncept virtualizace byl navrhnut společností IBM, která jako první použila technologii virtualizace jako způsob rozdělení „mainframe“ počítače do oddělených virtuálních strojů. Jednalo se o IBM CP-40, který využíval hardwarovou virtualizaci na úrovni procesoru na místo dnes běžně používané softwarové virtualizace. Postupem času však virtualizace začínala přecházet pomalu do ústraní. V 80. a 90. letech totiž začala být dominantní architekturou platforma x86 a byl vytvořen model klient-server. Nástup operačních systémů založených na Windows a Linux spolu s klient-server modelem umožňoval administrátorům spojení několika levných pracovních stanic do funkčního celku. S dalším rozvojem výpočetní techniky a nárůstu početního výkonu se však začaly objevovat nové problémy:

- Zvyšující se finanční nároky na údržbu a řízení, náklady za elektřinu a chlazení serverů.
- Malé využití disponibilních zdrojů (10 až 15%).
- Malá ochrana před výpadkem.

Na základě těchto důvodů se virtualizace vrátila zase do hry. V roce 1998 byla založena společnost VMware, která získala patent pro virtualizační technologie. Teprve v roce 2003 přichází na trh Citrix se svým vlastním řešením. V letech 2005 a 2006 přichází velký milník virtualizační historie. Společnosti Intel a AMD začaly implementovat do svých procesorů technologie podporující virtualizaci. Tento krok otevřel cestu masivnímu nasazení virtualizace, která se stala dostupná i pro malé a středně velké podniky. S cílem konkurovat VMware a Citrixu přišel na trh v roce 2008 Microsoft se svým produktem Hyper-V. [6] [30]

2.3.2 Modely virtualizace

Virtualizační technologie se neustále vyvíjí a v současné době ji lze v dynamickém datovém centru, které využívá všechny výhody virtualizace, rozdělit alespoň do sedmi vrstev. Model, které znázorňuje právě sedm aspektů virtualizace, je součástí přílohy č. 1, která je uvedena na konci této práce. Podstatou této kapitoly je stručně a hierarchicky popsat jednotlivé typy virtualizace, jelikož je důležité jim porozumět.

- **Serverové virtualizace (SerV)** – se zaměřuje na rozdělení fyzické instance operačního systému na virtuální počítači nebo instanci.
- **Virtualizace úložišť (StoreV)** – používá se ke sloučení fyzického úložiště z více zařízení tak, aby se tvářilo jako jeden fond úložišť. Úložiště mohou mít několik podob: přímo připojené úložiště (DAS), síťové připojené úložiště (NAS) nebo síť SAN. Tato úložiště lze propojit prostřednictvím několika protokolů (např. Fiber Channel, iSCSI nebo za pomoci systému souborů NFS). Výhoda tohoto typu virtualizace je spojena se značně sníženými náklady na úložiště, jelikož se platí pouze za skutečně využitou kapacitu.
- **Virtualizace sítí (NetV)** – umožňuje řídit dostupnou šířku pásma jejím rozdělením na nezávislé kanály, které lze přiřadit konkrétním zdrojům (např. VLAN).
- **Správa virtualizace (ManageV)** – se zaměřuje na technologie, které spravují celé datové centrum (fyzické i virtuální), a které prezentují jedinou a sjednocenou infrastrukturu pro poskytování služeb. U velkých datových center je nutné zajistit, aby dvě klíčové vrstvy byly vždy odděleny:
 - **Fondy zdrojů** – zahrnují HW zdroje (hostitelské servery, rack, úložiště apod.).
 - **Nabídky virtuálních služeb** – jsou tvořeny virtuálními počítači, servery či desktopy, které slouží klientům a nabízející službu koncovým uživatelům.
- **Virtualizace desktopů (DestV)** – umožňuje centralizovat nasazení desktopů a snížit tím náklady na distribuovanou správu, neboť uživatelé přistupují k centralizovaným desktopům prostřednictvím různých tenkých zařízení nebo klientů.
- **Virtualizace prezentační vrstvy (PresentV)** – donedávna označovaná jako terminálové služby, nabízí uživatelům pouze prezentační vrstvu z centrálního umístění. Tento typ ale s nárůstem virtualizace aplikací stále klesá.
- **Virtualizace aplikací (AppV)** – používá stejné principy jako SW založena serverová virtualizace. Rozdíl spočívá v tom, že místo poskytování enginu ke spouštění celého OS odděluje virtualizace aplikací provozní aplikace od operačního systému. Virtualizovat

určitou aplikací pak stačí pouze jednou. Engine virtualizace aplikací zajistí spuštění virtualizované aplikace na libovolné verzi operačního systému. [6]

Kromě těchto sedmi popsaných vrstev virtualizace, existují další důležité pojmy, které souvisí s virtualizací datového centra. Mezi tyto pojmy patří: **Hostitelský server; Operační systém hosta; Fond zdrojů; Nabídka virtuálních služeb; Virtuální appliance; Zátěž definovaná zásadami; Virtualizace operačního systému.** [6]

Jelikož je práce zaměřena na serverovou virtualizaci, budou se zbývající části kapitoly 2.4 věnovat podrobněji právě tímto typem virtualizace.

2.3.3 Serverová virtualizace

Jak už bylo nastíněno v předchozích kapitolách, serverová virtualizace umožňuje, aby na jednom fyzickém serveru běželo více oddělených serverů s vlastním operačním systémem. Umožňuje tak virtualizovat libovolný operační systém platformy x86 nebo x64. Ve většině případech se jedná o OS Windows a Linux. Existují dva aspekty serverové virtualizace:

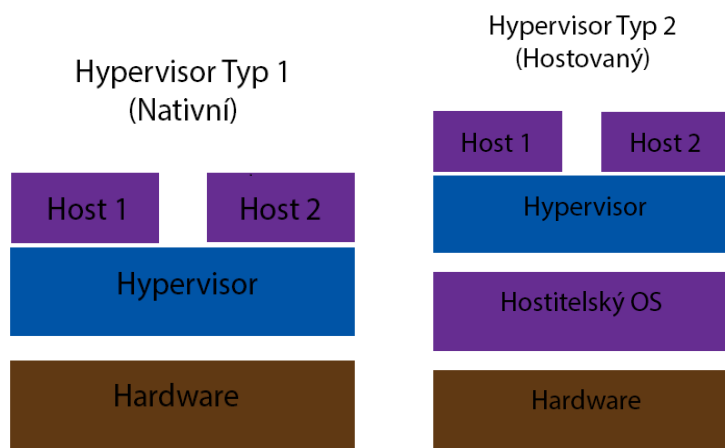
- **Softwarová virtualizace (SoftV)** – spouští virtualizovaný operační systém nad SW virtualizační platformou na existujícím operačním systému. Softwarová virtualizace se často používá k zahájení virtualizačního projektu, který spoléhá na jednodušší a často bezplatné technologie. Nevýhodou této technologie je její menší účinnost a to z důvodu, že vyžaduje základní operační systém hostitele, který rovněž vyžaduje zdroje. Provoz virtuálních počítačů běžících nad operačním systémem je tímto značně ovlivněn. Tento model má využití pro testování nebo vývoj. Softwarová virtualizace by se proto nikdy neměla použít v provozním prostředí.
- **Hardwarová virtualizace (HardV)** – spouští virtualizovaný OS nad softwarovou platformou přímo nad hardwarem bez existujícího OS. Engine, jehož úlohou je nabídnout HW zdroje virtualizovaným operačním systémům, se nazývá hypervisor. Kód hypervisoru je integrován přímo do hardwaru hostitelského serveru, který je vystaven virtuálním počítačům. Výhodou tohoto řešení je spotřeba malého množství fyzických zdrojů daného hostitele, což umožní spuštění nejvyššího možného počtu virtuálních počítačů. Vzhledem k tomu, že hostitel nezahrnuje běžný operační systém, minimalizuje se vliv hypervisoru na počítače, které hostí. Tato technologie je v současnosti stále více využívána a je nejlepším modelem pro plnohodnotnou serverovou virtualizaci. [6]

V reálném provozním prostředí je snaha o maximální využití fyzických zdrojů, potažmo i virtuálních počítačů. Role serveru nebo funkce lze proto rozdělit podle několika typů služeb:

- **Servery síťové infrastruktury a fyzické servery** - poskytují hlavní síťové funkce (přiřazování IP adres, překlad IP adres, VPN, služby směrování a vzdáleného přístupu) a spouští virtualizační roli na fyzických počítačích.
- **Servery pro správu identit** – jsou hlavními správci identit pro danou síť (LDAP, AD)
- **Souborové a tiskové server** – zaměřují se na poskytování služeb úložišť a strukturovaných dokumentů v síti.
- **Aplikační server** – poskytují služby aplikací uživatelům (Exchange Server, SQL Server, atd.), které běží v provozních sítích.
- **Terminálové servery** – poskytují uživatelům centrální prostředí pro spouštění aplikací.
- **Dedikované webové servery** – poskytují webové služby komunitě uživatelů.
- **Kolaborační servery** – poskytují infrastrukturu pro spolupráci uvnitř podniku (služby Windows SharePoint Services, služby pro streamování médií apod.). [6]

2.3.4 Hypervisor

Problematika spojená s hypervisory byla částečně představena v předchozí kapitole 2.3.3. Hypervisor neboli VMM je program, který běží buď v hostitelském systému (nazývaný hostovaný hypervisor) nebo je nainstalován a spouštěn přímo z hardwaru serveru (nazývaný nativní hypervisor). Tento program tedy umožňuje provozovat na jednom fyzickém serveru více serverů virtuálních, kde každý takový stroj dostane určitou část výpočetní kapacity, se kterou může disponovat. Software hypervisoru tedy slouží jako koordinátor pro správu více operačních systémů. Hypervisor lze v dnešní době spouštět buď přímo z firmwaru, USB disku. Nejvhodnější je však využít rychlý SSD disk, který zabezpečí nejrychlejší provoz daného hypervisoru. [6]



Obr. 2.14: Nativní a hostovaný typ hypervisoru

2.3.5 Hlavní výrobci produktů pro serverovou virtualizaci

Výrobci různých typů virtualizačních řešení je celá řada. Největší podíl na trhu si však vybudovaly tři následující společnosti, které budou velice stručně představeny:

- **Společnost Citrix** – v současnosti nabízí velké množství virtualizačních technologií zákazníkům po celém světě. Citrix používá hypervisor Xen, který dokáže virtualizovat operační systémy typu Windows i Linux. Pro serverovou virtualizaci společnost vytvořila produkt s označením XenServer, který je v současnosti ve verzi 6.5. Citrix a jeho XenServer je plně virtualizační prostředí ležící na samotném hardwaru. Mezi další produkty například patří XenApp, XenClient, XenDesktop a mnoho dalších. Podrobnější informace o jednotlivých virtualizačních řešení lze najít na webových stránkách výrobce. [6] [15]
- **Společnost Microsoft** – udělala za poslední dobu velký pokrok v oblasti virtualizačních technologií. Tvorbu virtuálního prostředí na straně serveru má na starost hypervisor, který nese označení Hyper-V a je dostupný jako integrovaná role ve verzi Windows Server 2008 a výše. Případně jako samostatný Microsoft Hyper-V Server, který je k dispozici zdarma. Hypervisor běží pouze na hardwaru architektury x 64 a v nejnovější verzi MS Windows Server 2012 R2 je dostupný v těchto edicích: Windows Server 2012 R2 Datacenter, Windows Server 2012 R2 Standard, Microsoft Hyper-V Server 2012 R2, Windows Storage Server 2012 R2 Standard. Kromě serverové virtualizace má společnost Microsoft svém portfoliu produktů řešení pro klientskou virtualizaci, virtualizaci aplikací, privátní cloud (Hyper-V cloud) a další. [9] [10]
- **Společnost VMware** – nabízí nejvyzrálejší produkty, které pokrývají široké spektrum nástrojů pro serverovou virtualizaci a virtualizaci desktopů. VMware byla první společností, která nabídla hypervisor integrovaný přímo do hardwaru serveru se systémem ESXi. VMware ve svém širokém portfoliu nabízí v rámci řešení serverové virtualizace produkt vSphere. Dělení produktů společnosti VMware je mnohem širší, než nabízí konkurence a patří mezi ně produkty pro datová centra a cloudovou infrastrukturu, správu cloudu, virtualizace desktopů a aplikací, virtualizace pro osobní počítače. Podrobnější informace o jednotlivých virtualizačních řešení lze rovněž najít na webových stránkách výrobce. [6] [33]

2.3.6 Výhody a nevýhody serverové virtualizace

Tato kapitola se zabývá shrnutím výhod a nevýhod virtualizace. Za hlavní výhody lze uvést:

- **Zvýšení využití HW prostředků - konsolidace serverů** – snížení počtu fyzických serverů na základě jejich převedení do virtuálních prostředí na jeden nebo menší počet fyzických serverů.
- **Snížení provozních nákladů** – s menším počtem fyzických serverů klesnou náklady za spotřebovanou elektrickou energii a chlazení.
- **Zjednodušení obsluhy a administrativa** – není zapotřebí obsluhovat a udržovat několik fyzických serverů na několika místech. Optimalizace provozu.
- **Zvýšení flexibility** – na základě aktuální potřeby lze zvýšit počet virtuálních serverů (samozřejmě omezeno celkovým výkonem fyzického serveru), a to během chvíle (často méně než za 20 minut) a za relativně nízké náklady.
- **Zvýšení bezpečnosti, mobilita a zotavení** – při poruše systému kvůli HW chybě lze virtuální stanice přesunout na jiný server a jejich funkčnost je obnovena za krátkou dobu. V některých případech lze virtuální systém přesunout mezi hardwarem i za reálného provozu, což je obrovská výhoda snižující dobu výpadku v počítačové síti.
- **Testovací účely** – jednodušší vytvořit nový virtuální počítač a ten pak po testech smazat, než zkoušet vše v reálném provozu či na samostatné fyzické stanici.
- **Dohled a automatizace** – možnost centralizované správy a efektivní správy zdrojů.

Mezi hlavní nevýhody je možné vyjmenovat:

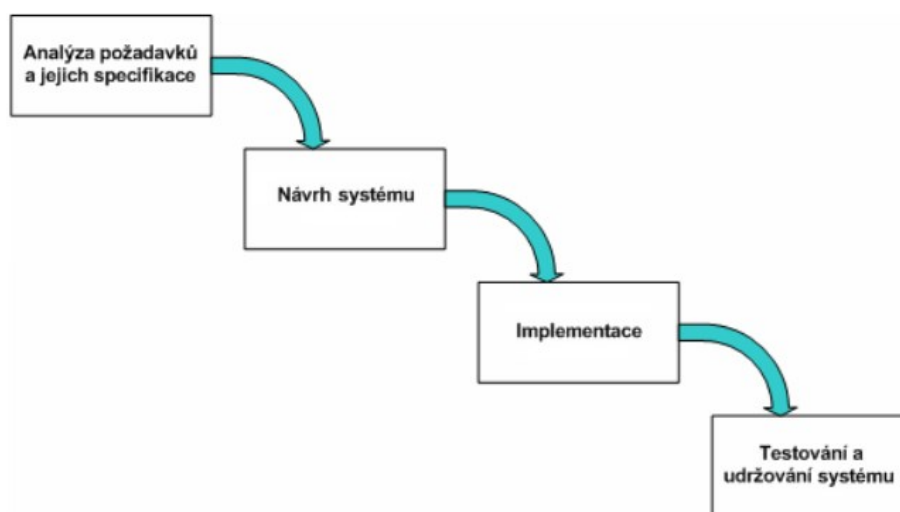
- **Jeden bod selhání** - s konsolidací nastává riziko, že hardwarová závada na jednom fyzickém serveru vyřadí z provozu několik služeb.
- **Počáteční investice** – jsou spojeny se zakoupením případného nového HW, zaškolením IT pracovníků. Samotná migrace stávající infrastruktury do virtualizované podoby může navíc být časově dost náročná a může citelně ochromit chod organizace. Pokročilé verze hypervisorů a administrační nástroje jsou zpoplatněny nemalými částkami. [16] [27]

2.4 Přístupy k implementaci

V rámci této kapitoly jsou představeny dva přístupy, které tvoří metodiku pro zpracování praktické části diplomové práce. Nejprve je popsán vodopádový model, podle kterého bude řešena racionalizace počítačové sítě v komplexním pojetí. Pro přechod k virtualizaci bude využita strategie od společnosti Resolutions Enterprises, která má s touto problematikou dlouholeté zkušenosti.

2.4.1 Vodopádový model

Vodopádový model byl vyvinut v roce 1970 zejména pro vývoj informačních systémů Winstonem Roycem a za dobu své existence prošel řadou modifikací. Vodopádový model je přístup k vývoji nebo k řízení projektu, který předpokládá předem jasně daný plán, tedy sekvenční postup od analýzy. Princip vodopádu spočívá v tom, že následující množina činností spjatá s danou fází nemůže započít dříve, než skončí předchozí. Model se skládá ze čtyř fází, které jsou zobrazeny na následujícím obrázku: [32]



Obr. 2.15: Vodopádový model

Počáteční fáze se zabývá analýzou požadavků a jejich specifikací. Základem pro jejich získání je komunikace mezi zadavatelem projektu a jeho zhotovitelem. Cílem této fáze je pochopit záměr zákazníka, a proto je důležité podrobně, konkrétně a přesně specifikovat, co by měl systém umět. Vhodné je mít připravené dotazy na zadavatele a pečlivě si zapisovat získané odpovědi. Výstupem pak je dokument, který obsahuje danou specifikaci požadavků. Součástí této fáze je i studie proveditelnosti (úvodní studie), která má za úkol zjistit, zda je vůbec možné za daných okolností a zdrojů projekt realizovat (technika, čas, finance, lidé). Jelikož je diplomová práce zaměřena na komplexní racionalizaci počítačové sítě

pro základní školu, ke které chybí ucelená dokumentace jejího současného fungování, je nezbytné se důkladně zaměřit právě na podrobnou analýzu této školní počítačové sítě.

Druhá fáze vodopádového modelu je věnována návrhu systému. Cílem je navrhnout nejvhodnější architekturu systému a technologie s důrazem na realizovatelnost systému. Návrh systému (racionalizace počítačové sítě) vychází z analýzy současného stavu a požadavků, které byly definovány v první fázi modelu. Výstupem je pak kompletní architektura systému.

Cílem fáze implementace naprogramovat architekturu celého systému s důrazem na neodchýlení se od architektury projektu. Výsledkem této části by měl být provozu schopný systém, která je připravený na zkušební provoz.

V poslední fázi testování a udržování systému je kladen důraz na kompletní testování systému. V rámci údržby je nutné zajistit, aby systém splňoval stanovenou funkci bez dalšího většího zásahu a řešení případných problémů trvalo co nejkratší dobu.

2.4.2 Přechod k virtualizaci podle společnosti Resolutions Enterprises

Předmětem kapitoly 2.4.2 je blíže čtenáři představit metodiku přechodu k virtualizaci, která je jedním ze stanovených cílů v rámci racionalizace počítačové sítě. Podle společnosti Resolutions Enterprises závisí přechod k virtualizaci na pěti klíčových krocích (fázích):

- **Analýza** – první krok začíná s inventarizací datového centra a určením vhodných kandidátů na virtualizaci.
- **Virtualizace** – druhý krok je zaměřen na pochopení a představení možností, které může virtualizace nabídnout.
- **Maximalizace hardwaru** – třetí krok se zaměřuje na obnovu hardwaru a investice s tím spojené při přidání nového hardwaru nebo nahrazení starších systémů.
- **Architektura** – čtvrtý krok se týká architektury, kterou je nezbytné připravit pro korektní zavedení virtualizačních technologií do procesů datového centra.
- **Správa** – poslední pátý krok je zaměřen na aktualizaci nástrojů správy, které slouží k dodržení virtualizačních scénářů v novém dynamickém datovém centru. [6]

Počáteční fáze „*Analýza*“ je zaměřena na prvotní prozkoumání podnikové sítě, se snahou zjistit, co se v ní vůbec nachází. Cílem je pak získat přehled, co a jak by šlo změnit. Důležitým krokem každého virtualizačního projektu je proto inventarizace, jelikož mnoho podniků ani pořádně nezná obsah své infrastruktury. Kromě časově náročné analýze, kdy je osobně prohlédnuté každé PC, NTB či server, lze vygenerovat inventář počítačové sítě pomocí různých nástrojů. K vyhledávání slabých míst v síti a požadovaných aktualizací existuje bezplatný nástroj MBSA. Tento nástroj snadno nastavuje a vyhledává všechny systémy

v počítačové síti. Po dokončení prohledávání tento nástroj zobrazí informace o každém systému, na který narazil (IP adresa, verze OS, soupis nainstalovaných aplikací a slabých míst). Jelikož se jedná o nástroj od společnosti Microsoft, je možné získaná data proměnit na inventární seznam prostřednictvím programu Microsoft Visio a daným konektorem, který vygeneruje grafická schémata počítačové sítě a zobrazí podrobné informace o každém zařízení. Společnost Microsoft nabízí také nástroj MAP, který lze použít k vyhledání a zhodnocení HW v celé síti. Společnost VMware rovněž nabízí své nástroje, které slouží pro zhodnocení serverů. Jedná se o nástroje VGC, který lze bezplatně vyzkoušet po dobu 60 dní, a Capacity Planner, který lze použít v případě sítí obsahujících více než 100 serverů. K vyhledávání pomocí tohoto nástroje je nutné si pořídit produkt VMware Professional Services nebo si nechat provést analýzu od konzultačního partnera. Výsledky analýzy obsahují informace o vhodných kandidátech na virtualizaci, využití procesoru, paměti, sítě, disků apod. Na trhu se ale nachází mnoho dalších nástrojů, které už zde není prostor představovat. Lze je však dohledat na Internetu. Jakmile jsou získány výsledky analýzy, je možné roztrždit role všech počítačů do příslušných skupin. V kapitole 2.3.3 byly zmíněny konkrétní příklady možného rozdělení, které může mít ale každá organizace jiné na základě své vybudované infrastruktury. Poslední část v rámci první fáze se zabývá racionalizací, která je nejdůležitějším aspektem každého virtualizačního projektu. V první řadě je důležité rozlišit mezi konsolidací serverů a fyzickou konsolidací. Konsolidace serverů znamená snížení počtu serverů, kdy vzniknou větší servery, a ty pak hostí více pracovní zátěže. Většina virtualizačních projektů se však bude zabývat fyzickou konsolidací, kdy na malém počtu fyzických serverů jsou provozovány desítky serverů virtuálních. Cílem racionalizace je tedy dokončit celý virtualizační projekt s nižším počtem serverů, než byl jejich počet před začátkem konsolidace. Mezi tyto server by měly patřit fyzické servery, které budou nezbytné ke spuštění vytvářených virtuálních počítačů. Při hodnocení výsledků z analýzy je dobré si klást a odpovědět na následující otázky:

- **Jaká je míra využití každého počítače?**
- **Existují nějaké počítače, které nejsou pravidelně využívány?**
- **Existují nějaké zastaralé počítače?**
- **Existuje nějaký způsob sloučení pracovních zátěží?**
- **Existuje nějaký další způsob snížení počtu počítačů?**

Druhá fáze „*Virtualizace*“ se dále posouvá k poznávání různých virtualizačních technologií. Virtuální počítače, které jsou vytvořeny pomocí zvoleného virtualizačního softwaru, mohou podporovat instalaci a provoz libovolného počtu operačních systémů, včetně všech verzí systémů MS Windows, MS-DOS, Linux či některé formy systému UNIX.

Podporovány jsou operační systémy architektury x86 a dnes zejména architektury x64, které umožňují adresovat mnohonásobně více operační paměti. OS dokáží komunikovat s fyzickým hostitelem a ostatními počítači v síti stejně, jako by se jednalo o skutečné fyzické počítače. Ve výsledku všechno závisí na tom, jaké zdroje jsou k dispozici na skutečném počítači nebo serveru (velikost pevného disku a operační paměti, možnosti procesoru a síťové karty, atd.). Virtualizační technologie se postupem času vyvinula a lze ji v datovém centru tak použít na více vrstev. Pro správnou volbu virtualizační technologie v rámci konkrétního virtualizačního projektu je proto důležité porozumět jejím jednotlivým typům. Dalším krokem je pak výběr vhodného dodavatele virtualizačního řešení, kterých je na trhu několik. Vše závisí na stanovených požadavcích a očekáváních od daného virtualizačního řešení s ohledem na možnosti organizace v podobě disponibilních zdrojů. Jednotlivé typy virtualizace byly představeny v kapitole 2.3.2 a serverová virtualizace byla podrobně rozebrána v kapitolách 2.3.3 až 2.3.6, na kterou je tato práce zaměřena. Pro doplnění je vhodné ještě uvést, že virtuální počítače jsou vytvořeny z několika různých součástí:

- **Konfigurační soubor** – obsahuje informace o nastavení virtuálního počítače (velikost paměti, počtu procesorů, počtu a typu síťových karet, počtu a typu virtuálních disků. Tento soubor říká virtualizačnímu softwaru, jak má alokovat fyzické zdroje hostitele pro virtuální počítač. Konfigurační soubor obsahuje pouze nastavení, který je buď v podobě textového souboru, nebo souboru ve formátu XML.
- **Soubory pevného disku** – obsahují libovolné informace, které jsou běžně obsaženy na fyzickém pevném disku. Tento soubor funguje jako typický, na sektorech založený disk, na kterém je nainstalovaný operační systém. Každý virtuální počítač může mít několik souborů disků podobně jako fyzický systém. Všechny virtualizační enginy dnes podporují automatické zvětšování velikosti disku, což umožňuje spustit systém se souborem menší velikosti a změnit jeho velikost po přidání nového obsahu do virtuálního počítače. Virtuální diskové jednotky mohou být rovněž komprimovány. Existují dva hlavní typy, a to disky virtuálního počítače (VMDK) od společnosti VMware a virtuální pevné disky (VHD a novější VHDX) od společnosti Microsoft.
- **Soubor obsahu paměti** – slouží pro zápis informací z paměti do souborů pevného disku po vypnutí virtuálního počítače.
- **Stav virtuálního počítače** – virtuální počítače podporují provozní režimy podobné režimům Úsporný režim nebo Režim spánku.
- **Ostatní soubory** – obsahují protokoly a další informace týkající se virtuálního počítače.

Výhodou je také možnost vrátit virtuální počítač do dřívějšího stavu, což je užitečná funkce zejména při testování a vývoji. Jednoduše řečeno, virtuální počítač lze kdykoliv zálohovat pouhým jeho zkopírováním na jiné úložiště, ze kterého lze pak výchozí stav obnovit. A tím byly zastřešeny hlavní poznatky, které byly důležité zmínit v rámci druhé fázi přechodu k virtualizaci.

Třetí fáze „*Maximalizace hardwaru*“ je zaměřena na maximální využití dynamického datového centra. Úkolem je zajistit vysokou dostupnost systémů, na kterých je provozována virtuální zátěž. Důležité je proto zajistit, aby každý provozovaný systém nabízel těmto zátěžím co nejvíce zdrojů. Při výběru hardwaru je vhodné vzít v potaz, který dosahuje nejlepšího poměru cena / výkon. Důležitým aspektem je velikost operační paměti RAM. Proto v dnešní době je vhodné či spíše nezbytné použití 64 bitové architektury procesorů, která teoreticky dokáže adresovat až 2^{64} paměti RAM. Umístění několika desítek virtuálních počítačů na jeden hostitelský fyzický server má však i svá rizika. Je tudíž velice nežádoucí, aby takový hostitelský server selhal. Tím by se znepřístupnil přístup všem koncovým uživatelům ke všem virtuálním počítačům. Z tohoto důvodu je nezbytné mít na paměti při konfiguraci hardwaru jeho vysokou dostupnost. Řešením je použití sdíleného úložiště, kdy je několik počítačových uzlů vzájemně propojeno. V okamžiku selhání jednoho z počítačů, je zátěž automaticky přesunuta na jiný dostupný uzel. Při práci se sdílenými úložišti se pracuje s technologiemi, které umožňují virtualizovat úložiště a usnadňují tím přístup ke kontejnerům úložišť. Technologie virtuálních úložišť transformují fyzická úložiště na logická zobrazení. Virtuální úložiště se zaměřuje na svazek, ne na skutečné disky. Nerozlišuje hardware, proto může pracovat s kontejnery úložišť od mnoha různých výrobců současně. Zároveň nabízí centrální konzolu pro správu všech úložišť. Technologie virtuálních úložišť mohou být kombinací HW a SW nebo mohou být pouze SW, který nabízí maximální flexibilitu. Nejlepší funkcí virtuálního úložiště je „Thin provisioning“, který vytvoří svazek úložiště určité velikosti, ale přidělí mu pouze disky vyžadované k uložení svého skutečného obsahu. Tato technologie umožňuje tedy vytvořit sdílené disky s menším počtem skutečných disků (viz. Příloha č. 2). Virtualizace bezesporu přináší také finanční úspory při nákupu licencí. Po provedení fyzické konsolidací serverů se jednak zmenší počet potřebných licencí pro tyto servery a navíc licenční politika pro virtuální stroje je nastavena daleko výhodněji. Posledním bodem, na který je třeba se zaměřit, jsou rozměry nových serverů. Před samotným výběrem a nákupem serverů je vhodné nejprve považovat nad jejich umístěním. Důraz je nutné zejména klást na zabezpečení infrastruktury před neoprávněným přístupem. Vhodné řešení mohou nabídnout nové typy serverů (servery vše v jednom nebo serverové skříně), které obsahují dva fyzické servery, síťové přepínače a sdílené

úložiště, chlazení, rozvod energie, uzamykatelná kolečka pro pohodlnou mobilitu apod. Celý tento komplet je umístěn pohromadě v jediném uzamykatelném stojanu.

Čtvrtý krok „*Architektura*“ se zabývá aktualizací a revizí architektur datového centra. Architektura umožňuje vytvořit sedm různých vrstev virtualizace a každé přiřadit konkrétní roli. Pomocí vizualizace architektury lze pak lépe pochopit jednotlivé úrovně virtualizace a mít přehled, kde se co nachází. Práce s více virtualizačními vrstvami však funguje za předpokladu, že jsou správně strukturovány. Všechny sedm vrstev je proto důležité podrobněji si představit. První vrstva je vrstvou fyzickou, která zahrnuje všechny komponenty ve fondu zdrojů. Druhou vrstvou je vrstva úložiště spoléhající se na technologie virtualizace úložišť, která poskytne dostatečný počet logických jednotek pro fyzické a virtuální stroje. Třetí vrstvou je alokační vrstva, která umožňuje nabídky virtuálních složek v případě potřeby dynamicky přesunout z jednoho fyzického hostitele na jiné. V této vrstvě lze rovněž vytvářet a přiřazovat virtuální sítě v závislosti na možnostech hypervisoru. Čtvrtá vrstva je vrstvou virtuální. Na této úrovni se určuje, co se bude virtualizovat. Pátá vrstva řeší správu fyzických a virtuálních zdrojů, kde však obě úrovně zdrojů spoléhají na různý kontext zabezpečení a k jejich správě lze použít různé nástroje. Šestou vrstvou je vrstva osobních počítačů. Poslední vrstvou je vrstva odolnosti proti výpadku. Jelikož je nabídka virtuálních služeb v podobě souborů ve složce, je jejich replikace velice snadná. Každý virtuální počítač lze umístit mimo stávající lokalitu a tím je zabezpečena dostupnost duplikátu celého datové centra. Schématické znázornění virtualizačních vrstev architektury je uvedeno v příloze č. 3. na konci této práce.

Pátý krok „*Správa virtualizace*“ se zaměřuje na správu virtuálních počítačů. Dynamické datové centrum už je zde rozděleno do dvou vrstev, a to do vrstvy fondů adres a do vrstvy nabídek virtuálních služeb, a proto je doporučeno pro správu každé vrstvy vyčlenit samostatného pracovníka. Nebo je alespoň vhodné zajistit, aby se správci naučili pracovat s jednotlivými vrstvami. Zodpovědnosti jsou pro každou vrstvu totiž různé. Při hledání nových nástrojů pro správu je nezbytné si položit správné otázky. V úvahu mohou připadat např. tyto:

- **Jak jsou sledovány a aktualizovány zdrojové obrazy virtuálních počítačů?**
- **Jak jsou sledovány bitové kopie virtuálních počítačů?**
- **Jak jsou sledovány přesuny, přidávání a změny virtuálních počítačů?**
- **Jak jsou připraveny a nasazeny zásady virtuálních zátěží?**
- **Jak je mezi fondy zdrojů a nabídkami virtuálních služeb spravováno zabezpečení?**
- **Je daný nástroj zcela funkční a představuje centralizované místo podpory?**
- **Dokáže nástroj rozpoznat hypervisor? [6]**

3 Analýza současného stavu u zadavatele

Úvodní část třetí kapitoly nejprve stručně představí základní školu, která zadala úkol navrhnout racionalizaci počítačové sítě. Stěžejní část kapitoly je zaměřena na důkladnou analýzu školní počítačové sítě, ze které má vzejít podrobný popis fungování této sítě v současné době. Analýza rovněž umožní shrnout všechny zjištěné nedostatky a navrhnout doporučení na jejich eliminaci. Pomůže také blíže specifikovat hlavní cíle práce.

3.1 Představení základní školy

11. základní škola Jiřího z Poděbrad ve Frýdku – Místku se od počátku své existence vepsala do podvědomí občanů města díky barvě své fasády jako "zelená škola". Základní škola se již několik let profiluje jako sportovní škola se zaměřením na házenou chlapců, volejbal dívek, plavání a sportovní gymnastiku. Její žáci a žákyně dosahují významných sportovních úspěchů zejména v gymnastice, a to i na republikové úrovni. Škola klade důraz na kvalitní a vyvážené vzdělání, které dává žákům možnost rozvíjet své schopnosti v různých oborech lidské činnosti. Škola se zaměřuje na výuku cizích jazyků. V průběhu školního roku také organizuje jazykové, hudební a sportovní soutěže na úrovni okresu, kraje i republiky. V budově školy sídlí pobočka Městské knihovny Frýdek-Místek, se kterou pedagogové úzce spolupracují. V jednom ze dvou CO krytů školy působí známý rockový klub STOUN, který nabízí mládeži sídliště Slezská produkci současné hudební scény. V druhém sídlí občanské sdružení FILADELFIA, které se soustřeďuje na organizování akcí pro děti a mládež. Součástí školy je vnitřní bazén a venkovní brouzdaliště se sportovním hřištěm. Pro integraci handicapovaných žáků má škola vybudovaný bezbariérový přístup.



Obr. 3.1: 11. ZŠ Jiřího z Poděbrad ve Frýdku – Místku

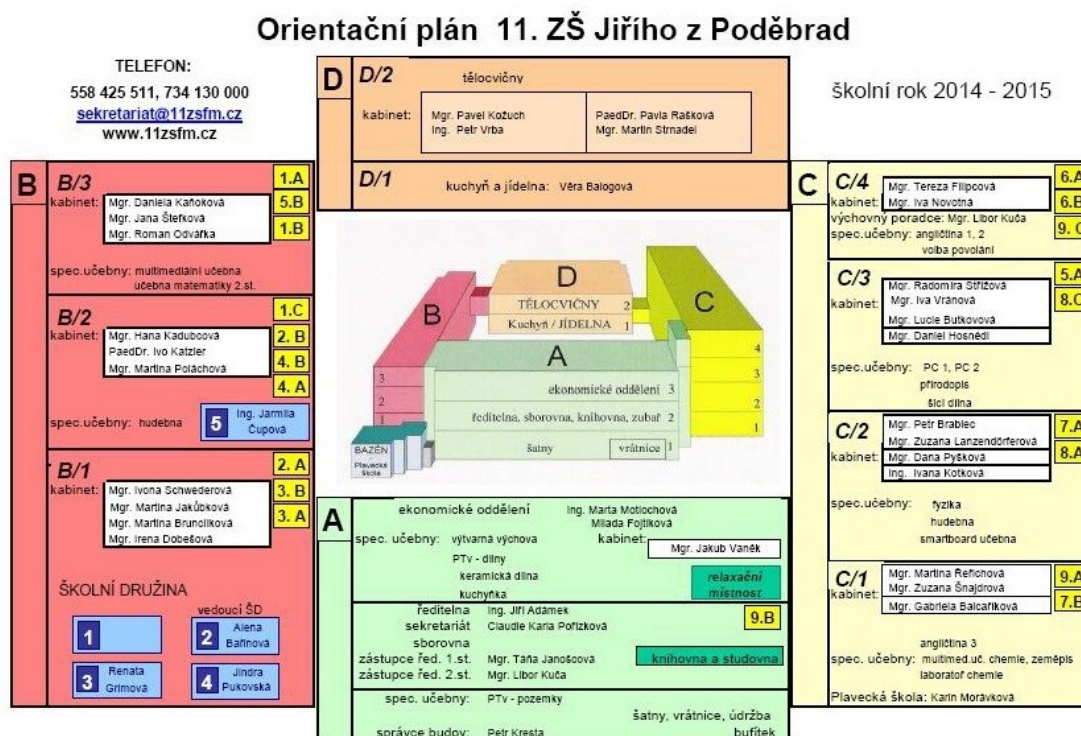
V následující tabulce jsou shrnuty základní údaje o organizaci. Informace o počtu žáků, pedagogů a výuce jsou platné pro školní rok 2014/2015.

Základní údaje o organizaci	
Název:	11. Základní škola Jiřího z Poděbrad
Sídlo:	Jiřího z Poděbrad 3109, Frýdek – Místek, 738 01
IČ:	495 622 91
Právní forma:	Příspěvková organizace
Datum vzniku:	1. 6. 1993
Počet žáků	464
Počet pedagogů	75
Počítačové učebny:	3 (C/3 – PC1, PC2; C/4 – PC3)
Výuka IT:	Celkem 15 hodin / týdně

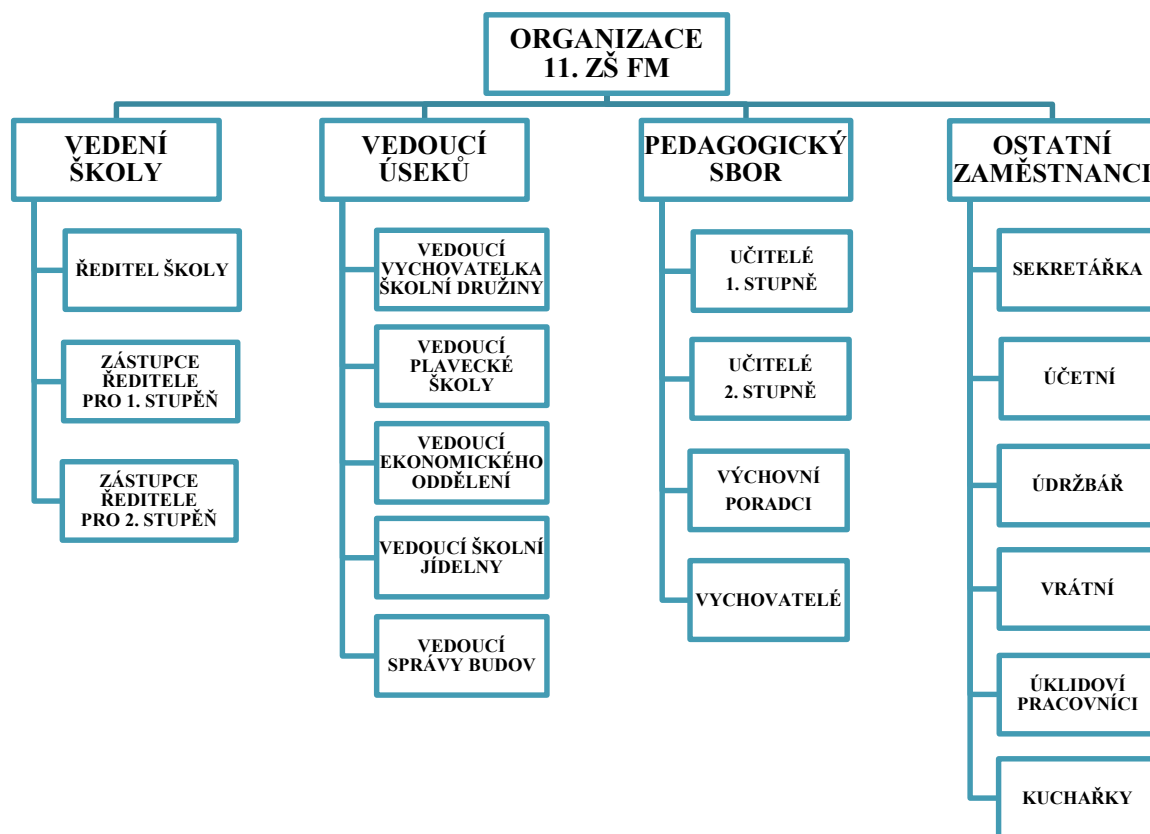
Tab. 3.1: Základní údaje o organizaci

3.1.1 Orientační plán školy a její organizační struktura

Z důvodu rozsáhlosti základní školy je uveden orientační plán budov školy (obr. 3.2) a organizační struktura zaměstnanců (obr. 3.3).



Obr. 3.2: Orientační plán 11. ZŠ Jiřího z Poděbrad



Obr. 3.3: Organizační struktura 11. ZŠ Jiřího z Poděbrad

Více informací o základní škole lze nalézt na jejich webových stránkách <http://www.11zsfm.cz/info/>.

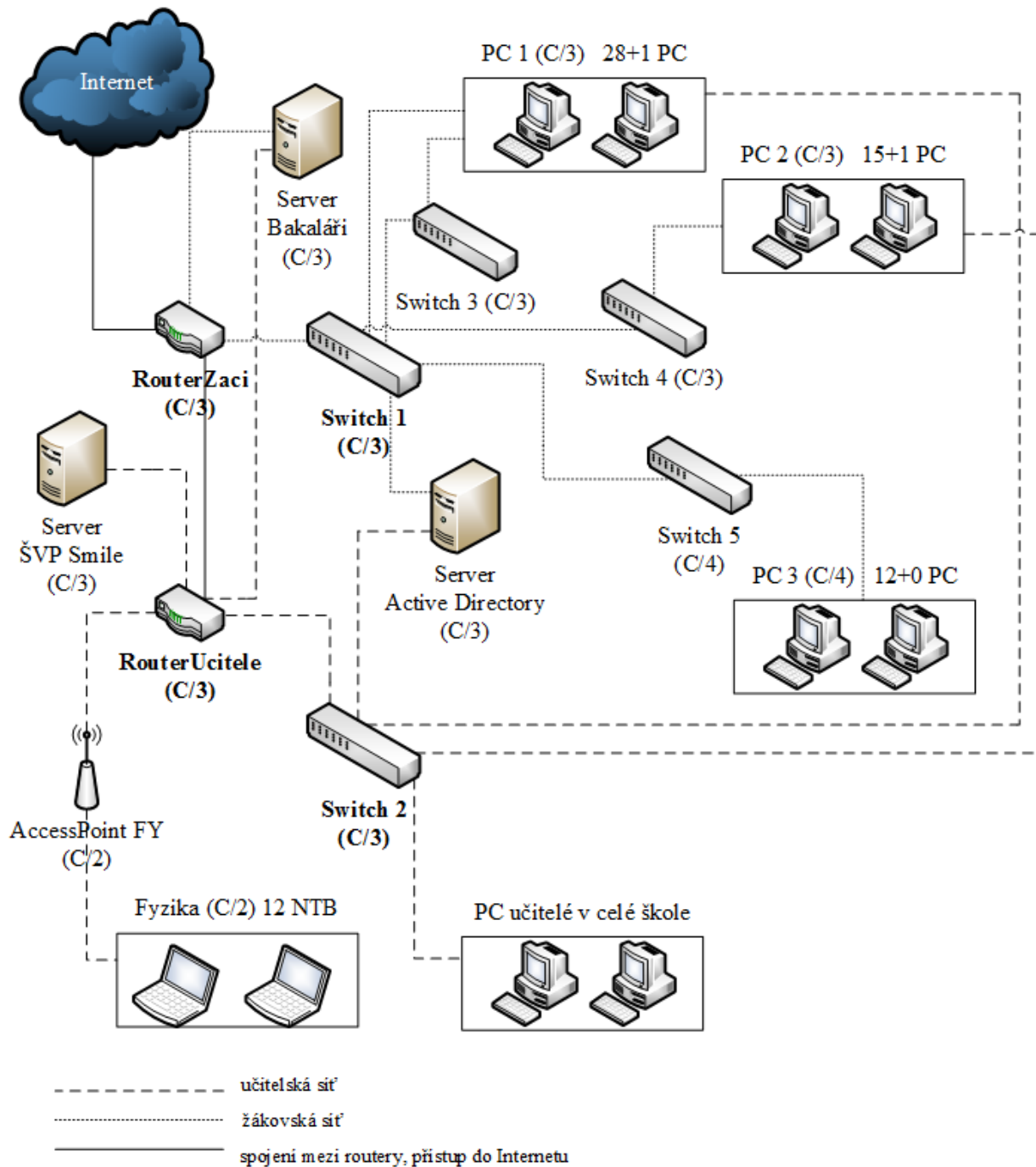
3.2 Současný stav školní počítačové sítě

V úvodní části této kapitoly je uvedena informace, že základní škola je vybavena třemi počítačovými učebnami (PC1, PC2 a PC3), které se nachází v budově C/3 a C/4.

Správu počítačové sítě mají v současné době na starost jednak interní pedagog, který vede výuku IT na základní škole, a také externí pracovník, který navštěvuje organizaci 1x týdně a dále podle potřeby. První zmiňovaný se stará o běžnou agendu fungování sítě, jako je instalace výukových programů, aktualizace, instalace a nastavení operačních systémů, antivirová kontrola, monitoring chybových stavů v počítačové síti apod. Externí správce sítě má pak za úkol zajistit bezproblémové fungování celé školní počítačové sítě, která spočívá v konfiguraci všech aktivních síťových prvků (routerů, switchů). Dále má na starost správu AD, řešení poruchových stavů serverů a stanic, jejich instalaci a konfiguraci (HW, SW). V jeho popisu práce je i administrace školního webu, který však neběží na žádném ze školních serverů.

3.2.1 Schéma školní počítačové sítě

Pro pochopení současného stavu fungování počítačové sítě je vyhotoveno následující schéma.



Obr. 3.4: Schéma školní počítačové sítě

Výše uvedené schéma zahrnuje přístupový bod na Internet, aktivní prvky sítě, školní servery a koncová zařízení v podobě počítačových stanic a učeben. Většina aktivních prvků sítě, tedy směrovače a konfigurovatelné přepínače, jsou spolu se všemi servery umístěny v budově C/3. Zbývající pak v budově C/2 a C/4. Jelikož jsou učitelské PC a stanice v odborných učebnách rozmístěny napříč celou základní školou, je jejich konektivita v rámci učitelské sítě zajištěna dalšími přepínači. Z důvodu velké rozsáhlosti počítačové sítě jsou však v prvotním nákresu zahrnuty pouze hlavní konfigurovatelné přepínače. Ostatní switche a síťové prvky budou zmíněny v rámci dalších podkapitol.

Celá počítačová síť je rozdělena fyzicky na dvě podsítě, a to na žákovskou a učitelskou. Důvodem je oddělit tyto dvě sítě od sebe a zamezit tím přístupu žáků do učitelské sítě. Vazby mezi jednotlivými prvky sítě jsou pro přehlednost znázorněny jiným typem čáry. Učitelská síť je v podobě přerušované čáry a žákovská síť v podobě čáry čtvrteční. Přístup k internetovému připojení a spojení mezi oběma směrovači je pak znázorněn plnou čarou. Spojení mezi jednotlivými segmenty sítě je zabezpečeno UTP kabelem.

Počítačová síť je uspořádána na úrovni fyzické topologie strom. Stěžejní úlohu plní oba směrovače. Směrovač „RouterZaci“ zajišťuje přímou konektivitu k Internetu a odděluje žákovskou podsíť. Jednotlivé elementy této podsítě jsou propojeny a organizovány pomocí čtyř konfigurovatelných přepínačů (switch 1, 3, 4, 5). Směrovač „RouterUcitele“ odděluje učitelskou podsíť. Koncová zařízení jsou propojena a organizována rovněž konfigurovatelným přepínačem (switch 2) a dalšími přepínači nekonfigurovatelnými. Server Active Directory je opatřen pro správu a přístup do obou podsítí dvěma síťovými kartami. To samé platí i u serveru, kde běží informační systém Bakaláři. Zde je nutností přístup jednak v rámci učitelské podsítě, tak zvenčí z Internetu prostřednictvím webového rozhraní. Pro plnohodnotné fungování informačního systému ŠVP Smile je zajištěn přístup pouze do učitelské podsítě. IP adresy jsou jednotlivým síťovým prvkům přiřazovány staticky (výjimkou je pouze učebna fyziky). WiFi router „AccessPoint FY“ je součástí učitelské podsítě a jeho primární úkol je šířit bezdrátový signál pro připojení notebooků ke školní síti v odborné učebně fyziky. Podrobnější informace o jednotlivých segmentech sítě, vybavení počítačových učeben a konfiguraci aktivních prvků si popíšeme v navazujících podkapitolách.

3.2.2 Poskytovatel internetového připojení

11. ZŠ Jiřího z Poděbrad má zajištěn přístup k Internetu společností TS (Technické služby) a.s. Frýdek – Místek. Přenosovým médiem je optický kabel a přenosová rychlost 26/26 Mbps s agregací 1:1. Škola má tedy připojení o stejně vysoké rychlosti stahování

i odesílání dat s veřejnou IP adresou a s žádným jiným subjektem se o toto připojení nedělí. Tato rychlost se může pro tak velkou základní školu už na první pohled zdát celkem nízká. Poskytovatelem TS a.s. byly škole přiděleny technické údaje pro nastavení přípojného bodu k síti Internet, které jsou shrnuty v následující tabulce.

IP adresa	89.31.15.82
Maska sítě	255.255.255.240
Vstupní brána	89.31.15.81
Primární DNS Server	89.31.15.2
Sekundární DNS Server	89.31.15.5
Server odchozí pošty	smtp.tsfm.cz

Tab. 3.2: TS a.s. - informace o internetovém připojení

3.2.3 Přehled aktivních prvků sítě a jejich konfigurace

Úkolem této podkapitoly je shrnout pomocí tabulek všechny aktivní prvky sítě včetně jejich současné konfigurace. Pro přehlednost jsou tato zařízení rozdělena do dvou kategorií, a to směrovače a prepínače.

a) Směrovače (Router)

Školní počítačová síť disponuje celkem třemi směrovači.

Wi-Fi router „RouterZaci“ (C/3)	
Výrobce a typ zařízení	D-Link DIR 655
Rychlost	300 Mb/s
Standardy	802.11 b/g/n
Wi-Fi Radio	Disabled
Počet portů WAN / LAN	1 / 4 (10/100/1000Mb/s)
Nastavení WAN	
IP adresa	89.31.15.82
Maska sítě	255.255.255.240
Výchozí brána	89.31.15.1
Primární DNS Server	89.31.15.2
Sekundární DNS Server	89.31.15.5
MAC adresa	00:24:01:69:07:53

Nastavení LAN	
IP adresa	192.168.14.1
Maska sítě	255.255.255.128
MAC adresa	00:24:01:69:07:52

Tab. 3.3: Technická specifikace - Wi-Fi router „RouterZaci“

Wi-Fi router „RouterUcitele“ (C/3)	
Výrobce a typ zařízení	D-Link DIR 655
Rychlost	300 Mb/s
Standardy	802.11 b/g/n
Wi-Fi Radio	Disabled
Počet portů WAN / LAN	1 / 4 (10/100/1000Mb/s)
Nastavení WAN	
IP adresa	192.168.14.101
Maska sítě	255.255.255.128
Výchozí brána	192.168.14.1
Primární DNS Server	192.168.14.56
Sekundární DNS Server	192.168.14.1
MAC adresa	00:24:01:71:37:55
Nastavení LAN	
IP adresa	192.168.14.129
Maska sítě	255.255.255.128
MAC adresa	00:24:01:71:37:54

Tab. 3.4: Technická specifikace - Wi-Fi router „RouterUcitele“

Jak už bylo zmíněno v předchozí podkapitole, počítačová síť školy je rozdělena do dvou podsítí - žákovské a učitelské. Pomocí masky sítě 255.255.255.128, která byla zadána v nastavení obou směrovačů, je zajištěno vytvoření dvou podsítí o stejné velikosti. Rozsah IP adres žákovské podsítě je 192.168.14.0 – 192.168.14.127, rozsah IP adres učitelské podsítě je 192.168.14.128 – 192.168.14.255. První IP adresa z definovaného rozsahu určuje adresu podsítě (192.168.14.0 a 192.168.14.128). Poslední IP adresa z rozsahu určuje adresu broadcastu (192.168.14.127 a 192.168.14.255). U obou zde popisovaných směrovačů je zakázán

bezdrátový přenos dat a vysílací antény byly odmontovány. Z důvodu bezpečnosti se o tento krok rozhodli správci sítě školy. Pro přístup na server Bakaláři z Internetu je na žákovském routeru přesměrována IP adresa zmiňovaného serveru (192.168.14.80) z vnitřní sítě a povolen port 80.

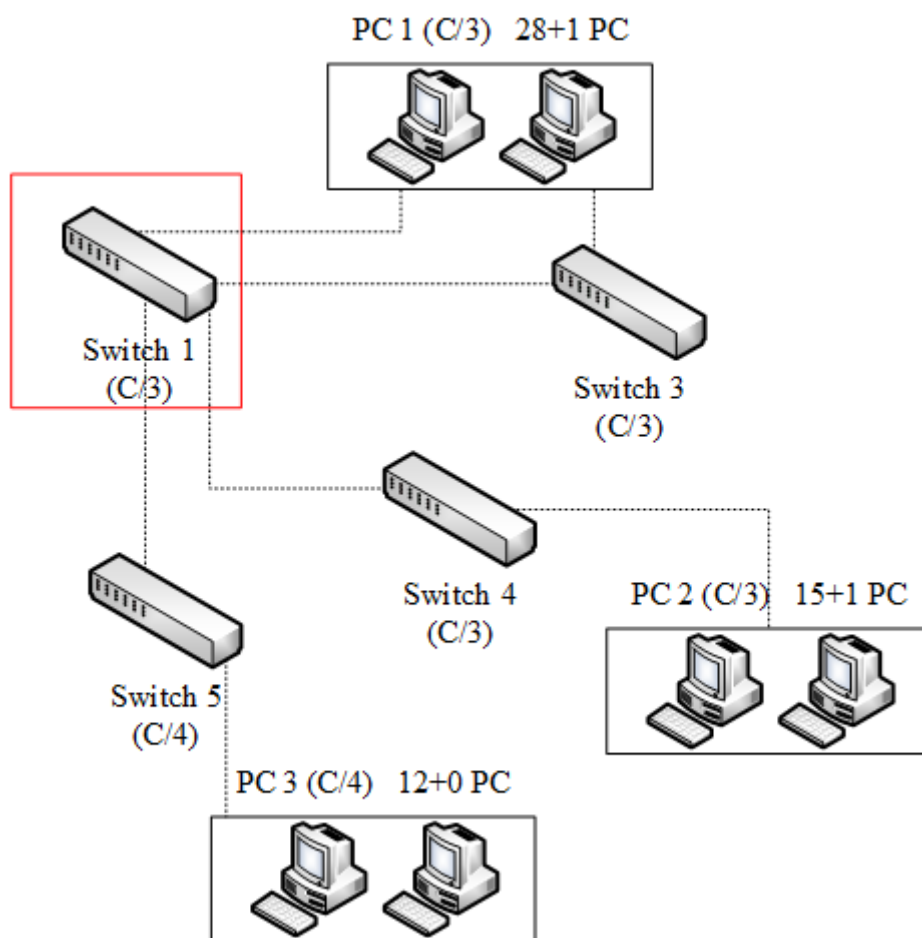
Wi-Fi router „AccessPoint Fy“ (C/2)	
Výrobce a typ zařízení	Tenda 11N Wireless Router
Rychlost	300 Mb/s
Standardy	802.11 b/g/n
Wi-Fi Radio	Enabled
SSID	FY
Broadcast SSID	disabled
Nastavení LAN	
IP adresa	192.168.14.240
Maska sítě	255.255.255.0
Výchozí brána	192.168.14.129
Primární DNS Server	192.168.14.173
MAC adresa	C8:3A:35:03:5B:20

Tab. 3.5: Technická specifikace - Wi-Fi router „AccessPoint Fy“

Tabulka uvedená výše podává informace o konfiguraci Wi-Fi routeru „AccessPoint Fy“, který je fyzicky umístěn v odborné učebně fyziky. Zařízení zde plní roli přístupového bodu k síti (AP). Učebna je vybavena notebooky, které žáci při řešení některých úkolů v rámci výuky fyziky využívají. Jelikož se jedná o přenosné počítače, bylo zapotřebí zajistit tento bezdrátový přístup k datům. Síť je ale z důvodu bezpečnosti očima ostatních uživatelů neviditelná. Pokud by se chtěl někdo do této bezdrátové sítě přihlásit, musel by znát její přesný název (SSID) a přístupové heslo. Z uvedeného nákresu počítačové sítě je patrné, že je toto AP a potažmo všechny notebooky součástí učitelské podsítě. Důvod je následující, budova C/3, kde je odborná učebna fyziky, není opatřena svodem UTP kabelu ze switchu žákovské podsítě. Původní návrh strukturované kabeláže totiž s takovou variantou vůbec nepočítal. Žáci však používají notebooky v omezené míře a pod dohledem pedagogů, proto tento způsob řešení nemusíme brát přímo jako bezpečnostně rizikový. Optimální stav to ale není. IP adresy koncovým stanicím jsou zde přidělovány dynamicky pomocí DHCP v rozsahu adres 192.168.14.241 až 192.168.14.254.

b) Přepínače (Switch)

Součástí žákovské podsítě jsou celkem čtyři aktivní prvky v podobě konfigurovatelných přepínačů. Následující obrázek podrobněji vysvětluje schéma zapojení těchto switchů. Výchozím je switch s označením „Switch 1“, na který navazují další přepínače s označením „Switch 3“, „Switch 4“ a „Switch 5“. Tím je zabezpečen dostatečný počet portů pro zapojení jednotlivých síťových zařízení v počítačových učebnách. S výjimkou učebny „PC1“, kde je síťová konektivita zajištěna z velké části přepínačem „Switch 3“ a částečně přepínačem „Switch 1“, má každá počítačová učebna svůj vlastní switch. Učebny „PC 1“ a „PC 2“ jsou však umístěny v těsné blízkosti vedle sebe, tudíž způsob připojení jejich počítačových stanic zde není zcela nevyhovující. Přepínače „Switch 1“, „Switch 2“, „Switch 3“, „Switch 4“ jsou umístěny z tohoto důvodu v počítačové učebně „PC 1“.



Obr. 3.5: Schéma přepínačů – žákovská podsít'

V navazujících čtyř tabulkách jsou systematicky shrnuty technické údaje a současné nastavení všech konfigurovatelných přepínačů žákovské sítě. Tabulky v přehledu uvádí údaje o výrobci a typu zařízení, IP adrese přepínače, masce sítě, IP adrese výchozí brány, MAC adrese, počtu portů a podpoře sítí VLAN.

Switch 1 (C/3)	
Výrobce a typ zařízení	SMC GS24C-Smart
IP adresa	192.168.14.100
Maska sítě	255.255.255.128
Výchozí brána	192.168.14.1
MAC adresa	64:70:02:40:F4:E5
Počet portů	24 (10/100/1000Mb/s)
Podpora VLAN	ANO
Podpora protokolu 802.1q	ANO

Tab. 3.6: Technická specifikace – Switch 1

Switch 3 (C/3)	
Výrobce a typ zařízení	TP-Link TL-SG3424
IP adresa	192.168.14.38
Maska sítě	255.255.255.128
Výchozí brána	192.168.14.1
MAC adresa	64:70:02:40:BC:70
Počet portů	24 (10/100/1000Mb/s)
Podpora VLAN	ANO
Podpora protokolu 802.1q	ANO

Tab. 3.7: Technická specifikace – Switch 3

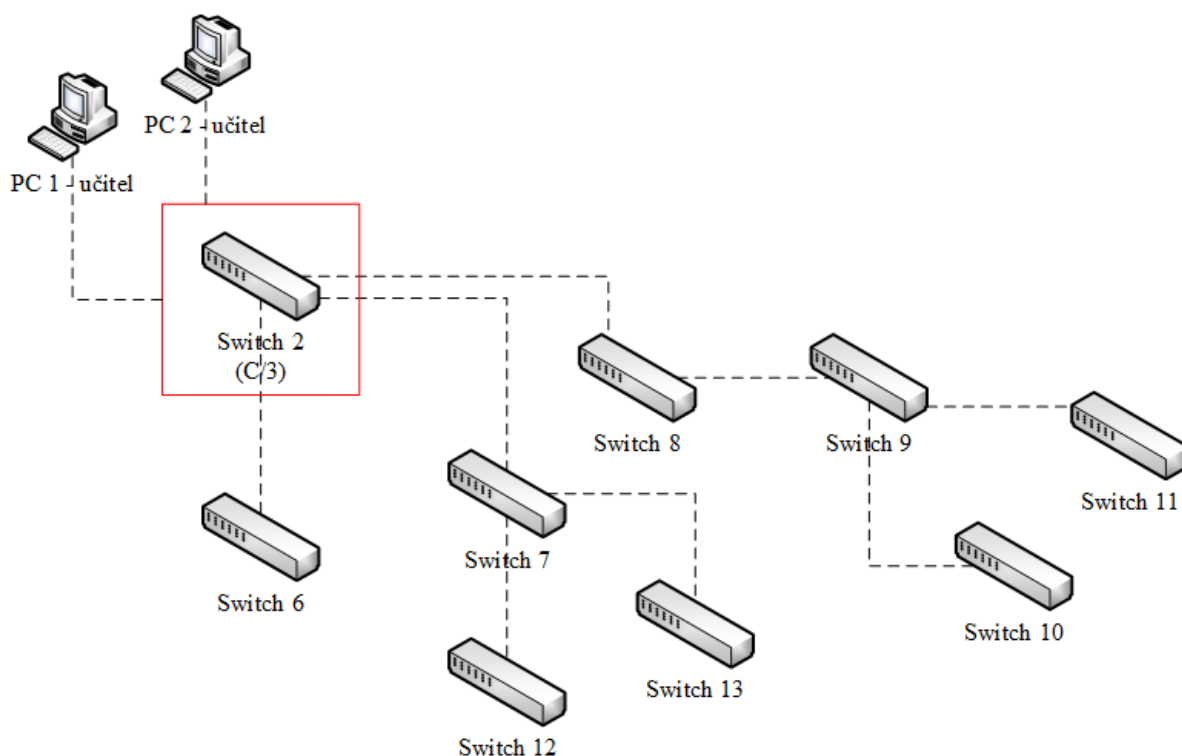
Switch 4 (C/3)	
Výrobce a typ zařízení	TP-Link TL-SG3424
IP adresa	192.168.14.39
Maska sítě	255.255.255.128
Výchozí brána	192.168.14.1
MAC adresa	64:70:02:40:BB:BF
Počet portů	24 (10/100/1000Mb/s)
Podpora VLAN	ANO
Podpora protokolu 802.1q	ANO

Tab. 3.8: Technická specifikace – Switch 4

Switch 5 (C/4)	
Výrobce a typ zařízení	SMC GS24C-Smart
IP adresa	192.168.14.78
Maska sítě	255.255.255.128
Výchozí brána	192.168.14.1
MAC adresa	00:22:2D:86:84:62
Počet portů	24 (10/100/1000Mb/s)
Podpora VLAN	ANO
Podpora protokolu 802.1q	ANO

Tab. 3.9: Technická specifikace – Switch 5

Obdobným postupem je provedena analýza přepínačů v učitelské podsíti. Ta je tvořena konfigurovatelným switchem značky SMC GS24C-Smart s označením „Switch 2“ a osmi běžnými přepínači pro konektivitu všech učitelských počítačů a notebooků v rámci celé základní školy. Schéma propojení učitelské podsítě je demonstrováno na následujícím obrázku. Z důvodu přehlednosti jsou ve schématu rovněž zahrnuty učitelské stanice, které jsou součástí počítačových učeben (PC 1 a PC 2) a zapojeny do hlavního učitelského konfigurovatelného přepínače „Switch 2“. Počítačová učebna PC 3 učitelský počítač neobsahuje.



Obr. 3.6: Schéma přepínačů – učitelská podsít'

Pro úplnost jsou ve dvou přídržených tabulkách doplněny technické údaje o konfigurovatelném přepínači „Switch 2“ a také umístění zbývajících switchů na 11. ZŠ Jiřího z Poděbrad ve Frýdku – Místku.

Switch 2 (C/3)	
Výrobce a typ zařízení	SMC GS24C-Smart
IP adresa	192.168.14.200
Maska sítě	255.255.255.128
Výchozí brána	192.168.14.129
MAC adresa	64:70:02:40:F1:F7
Počet portů	24 (10/100/1000Mb/s)
Podpora VLAN	ANO
Podpora protokolu 802.1q	ANO

Tab. 3.10: Technická specifikace – Switch 5

Switch 6 – 13 (celá základní škola)		
Označení	Umístění	Počet portů
Switch 6	C/1 (učebna AJ)	5
Switch 7	Plavecká škola	12
Switch 8	A/2 (sekretariát)	24
Switch 9	B/2 (zást. pro 1. stupeň)	12
Switch 10	B/1 (družina)	5
Switch 11	B/3 (koutek 1. stupeň)	5
Switch 12	D/2 (TV)	5
Switch 13	D/1 (jídlna)	5

Tab. 3.11: Technická specifikace – Switch 6-13

3.2.4 HW a SW vybavení školních serverů

Základní škola je vybavena celkem třemi servery, jak už bylo uvedeno v popisu kapitoly 3.2.1. Předmětem je nyní se podrobněji seznámit s HW, SW konfigurací těchto serverů a jejich síťovým nastavením. Specifikace serverů je shrnuta pro přehlednost do samostatných tabulek. První z nich se zabývá doménovým serverem, kde běží adresářová služba Active Directory.

Server 1 – Active Directory (C/3)	
Operační systém	MS Windows Server 2003 Standard Edition R2
CPU	Intel Pentium Dual-Core E2200; 2,2 GHz; 1 MB L2 cache; 800 MHz FSB, socket 775
RAM	2 GB (DDR 400 MHz)
HDD	C: Systém = 20 GB D: AD = 60 GB E: Data = 120 GB F: Aplikace = 560 GB H: Záloha = 700 GB
VGA	Intel G33 Graphics Chip Accelerator; 8 MB paměť; 8 bit sběrnice
Monitor	LCD HP W1907V; 19"
Sít'ová karta 1 (učitelé)	IP adresa: 192.168.14.173 Maska: 255.255.255.128 Výchozí brána: 192.168.14.129 DNS: 192.168.14.173; 192.168.14.129 MAC adresa: 00:23:CD:B2:63:20
Sít'ová karta 2 (žáci)	IP adresa: 192.168.14.56 Maska: 255.255.255.128 Výchozí brána: 192.168.14.1 DNS: 192.168.14.56; 192.168.14.1 MAC adresa: 00:23:CD:B2:63:54
Active Directory	Doména: 11zsfm Skupiny uživatel: žáci 1. stupeň, žáci 2. stupeň, učitelé Přihlašovací údaje: např. Novák Petr (novakpe)
Sít'ové jednotky	žáci: Osobní (H:); Výuka 1 (K:); Výuka 2 (L:); Aplikace (M:) učitelé: Osobní (H:); Výuka 1 (K:); Výuka 2 (L:); Aplikace (M:); Školní (S:)
Aplikace a další SW	Avast 4.8 Server Edition, výukové programy

Tab. 3.12: Server 1 – Active Directory

Z uvedených údajů je patrné, že analyzovaný doménový server po HW a SW stránce patří mezi výkonově slabší stroje. Lépe řečeno, jedná se o počítač, kde je nainstalován serverový operační systém Microsoft Windows Server 2003 Standard Edition R2 a běží na něm adresářová služba Active Directory. Uživatelé (žáci a učitelé) se přihlašují do jedné domény „*llysfm*“ pod svým doménovým účtem. Správcem počítačové sítě byla stanovena politika vytváření přihlašovacích údajů, které se vždy skládají z příjmení uživatele a prvních dvou písmen křestního jména. Například vzorový uživatel Novák Petr by se hlásil do domény pod přihlašovacím jménem „*novakpe*“. Politika přidělování hesel není nijak specifikována. Počet a typ volených znaků je na uživateli. Zbývající zjištěné informace jsou shrnuty v tabulce.

Mezi největší nedostatky lze zmínit právě starší verze OS Windows Server 2003, kde hrozí významné bezpečnostní riziko z důvodu, že se společnost Microsoft rozhodla ukončit podporu zmiňovaného systému k 14. červenci 2015. Od tohoto data nebudou vydávány žádné nové aktualizace a opravy zabezpečení. Další problém spočívá v záloze serveru, která není prováděna automaticky pomocí např. pomocí RAID polí či jiným vhodným způsobem. Záloha celého serveru je v režii správce sítě, který ji provádí ručně překopírováním dat na externí disk přibližně 2 krát měsíčně. Malá kapacita operační paměti RAM a početního výkonu CPU lze uvést jako další nedostatky současné konfigurace doménového serveru. Staří a rychlost HDD má rovněž negativní vliv na celkový výkon počítačové sestavy.

Server 2 – ŠVP Smile (C/3)	
Operační systém	MS Windows XP Professional SP3
CPU	AMD Athlon 64 X2 5000+; 2,6 GHz; 2x 512 kB L2 cache; 1000 MHz FSB, socket AM2
RAM	2 GB (DDR2 800 MHz)
HDD	C: Systém = 750 GB D: Data = 320 GB
VGA	NVIDIA GeForce 8500 GT; paměť DDR2 128 MB
Monitor	LCD Acer AL1916W; 19"
Sít'ová karta 1 (učitelé)	IP adresa: 192.168.14.157 Maska: 255.255.255.128 Výchozí brána: 192.168.14.129 DNS: 192.168.14.173; 192.168.14.129 MAC adresa: 00:23:CD:B4:58:22

Sít'ová karta 2 (žáci)	IP adresa: 192.168.14.56 Maska: 255.255.255.128 Výchozí brána: 192.168.14.1 DNS: 192.168.14.56; 192.168.14.1 MAC adresa: 00:23:CD:B4:69:28
Aplikace a další SW	AVG Anti-Virus Business Edition 2012 AVG Admin Server 2012 MySQL System ŠVP Smile

Tab. 3.13: Server 2 – ŠVP Smile

Výše uvedená tabulka 3.13 naopak sdružuje technické informace o serveru, na kterém je nainstalován školní vzdělávací program Smile. Po prozkoumání údajů z tabulky je patrné, že se nejedná o běžný server, kde běží serverový operační systém, ale běžný OS Microsoft Windows XP Professional SP3. Mezi servery je zařazen z důvodu, že aplikace funguje na principu klient-server architektury. Celý program a databáze jsou uloženy na popisovaném serveru. Uživatelé pak přistupují do ŠVP Smile ze svých učitelských stanic prostřednictvím tenkého klienta. Výkon sestavy pro bezproblémový běh aplikace a databázového serveru MySQL je dostačující. V tabulce je také shrnuta konfigurace síťové karty, která se vztahuje k žákovské podsíti. Praktický význam ale nemá, jelikož do vzdělávacího programu Smile přistupují pouze učitelé. Do školní počítačové sítě proto není ani zapojena. Za hlavní nedostatek je opět nutno zmínit nevhodný způsob zálohy dat, jak bylo detailněji popsáno u doménového serveru (Server 1 – Active Directory).

Server 3 – IS Bakaláři (C/3)	
Operační systém	MS Windows Server 2003 Standard Edition R2
CPU	Intel Pentium Dual-Core E5300; 2,6 GHz; 2 MB L2 cache; 800 MHz FSB, socket 775
RAM	4 GB (DDR2 800 MHz)
HDD	C: Systém = 1 TB
VGA	Intel G33 Graphics Chip Accelerator; 8 MB paměť; 8 bit sběrnice
Monitor	LCD HP W1907V; 19"

Síťová karta 1 (učitelé)	IP adresa: 192.168.14.189 Maska: 255.255.255.128 Výchozí brána: 192.168.14.129 DNS: 192.168.14.173; 192.168.14.129 MAC adresa: 00:23:CD:B3:62:46
Síťová karta 2 (žáci)	IP adresa: 192.168.14.102 Maska: 255.255.255.128 Výchozí brána: 192.168.14.1 DNS: 192.168.14.56; 192.168.14.1 MAC adresa: 00:23:CD:B4:75:24
Aplikace a další SW	IS Bakaláři

Tab. 3.14: Server 3 – IS Bakaláři

Poslední z analyzovaných serverů, Server 3 – IS Bakaláři, je popsán v tabulce 3.14. Z uvedených údajů lze vyčíst, že je vybaven serverovým operačním systémem Microsoft Windows Server 2003 Standard Edition R2 a hardwarem výkonově dostatečným pro provoz informačního systému Bakaláři. Jelikož je tento server také přístupný z Internetu, je jeho IP adresa na žákovském routeru namapována a přesměrována na veřejnou IP adresu. Důvodem je možnost kontroly elektronické žákovské knížky z libovolného místa, kde je přístup na Internet. Problém s nevhodným způsobem zálohy dat je však zapotřebí zmínit i v tomto případě.

3.2.5 HW a SW vybavení počítačových učeben

11. ZŠ Jiřího z Poděbrad má pro výuku k dispozici celkem tři počítačové učebny (PC 1, PC 2 a PC 3). Zjištěné informace o HW a SW vybavení analyzovaných učeben jsou opět shrnuty ve třech samostatných tabulkách. Jak už bylo zmíněno v kapitole 3.2.3, pro učitelské stanice v počítačových učebnách PC 1 a PC 2 platí, že jsou zapojeny v rámci učitelské podsítě do přepínače s označením „Switch 2“.

Počítačová učebna – PC 1 (C/3)	
Vybavení učebny – 1. část	
Počet PC	20 + 1
Operační systém	MS Windows XP Professional SP3
CPU	Intel Pentium Dual-Core 6620; 2,6 GHz

RAM	4 GB (DDR2 800 MHz)
HDD	C: Systém = 160 GB D: Data = 320 GB
VGA	Intel HD Graphics, paměť 1024 MB
Monitor	LCD BenQ G2225 HD; 22"
Aplikace a další SW	AVG 2012, Zoner Photo Studio 8, Pinnacle Studio 14, výukové programy
Vybavení učebny – 2. část	
Počet PC	8
Operační systém	Windows XP Professional SP3
CPU	Intel Pentium Dual-Core E5300; 2,6 GHz; 2 MB L2 cache; socket 775
RAM	4 GB (DDR2 800 MHz)
HDD	C: Systém = 50 GB D: Data = 100 GB
VGA	Intel G33 Express Chipset Family, paměť 256 MB
Monitor	LCD BenQ G2225 HD; 22"
Aplikace a další SW	AVG 2012, Zoner Photo Studio 8, MS Office 2003, výukové programy

Tab. 3.15: Počítačová učebna – PC 1

První zkoumaná počítačová učebna s označením „PC 1“ patří mezi nejstarší a zároveň největší počítačové učebny ve škole. Skládá se celkem z 28 žákovských PC a jednoho počítače učitelského. Na všech počítačích je nainstalován operační systém Microsoft Windows XP Professional SP3. Tabulka 3.15, která obsahuje údaje o této učebně, je rozdělena do dvou částí. Důvodem je rozdílné HW vybavení počítačů v obou segmentech této učebny a oddělená konektivita do switchů žákovské podsítě. 20 PC (1. část) jsou zapojeny do přepínače s označením „Switch 3“ a 8 zbývajících žákovských stanic (2. část) pak do hlavního přepínače s označením „Switch 1“. Celkový výkon počítačových sestav pro plnohodnotnou práci ve výukových programech lze označit za dostatečný, jelikož splňují systémové požadavky uvedené dodavatelem. Za nevyhovující stav na všech počítačových stanic této učebny je nezbytné zmínit operační systém Windows XP Professional SP3, kterému společnost Microsoft ukončila podporu 8. dubna 2014.

Počítačová učebna – PC 2 (C/3)	
Počet PC	15 + 1
Operační systém	MS Windows 7 Professional SP1
CPU	Intel Pentium G3220; Dual-Core; 3 GHz; 3 MB L3 cache; socket 1150
Základní deska	MSI MB Socket LGA 1150; H81M-P33; 2x DDR3
RAM	4 GB (DDR3 1333 MHz)
HDD	C: Systém = 500 GB (SATA III / 600)
VGA	Intel HD Graphics, paměť max. 1,7 GB
Monitor	LCD Philips PHL 223V5; 1920 x 1080; 22"
Aplikace a další SW	AVG 2012, ZPS 8, MS Office 2013, výukové programy

Tab. 3.16: Počítačová učebna – PC 2

Nejmodernější počítačová učebna (PC 2), která je zdokumentována na výše uvedené tabulce 3.16, byla vybavena novými počítači na podzim 2014. Skládá se celkem z 15 žákovských a 1 učitelského PC. Na sestavách je provozován operační systém Windows 7 Professional SP1. HW konfigurace počítačů je pro účely výuky zcela dostatečná a v současné době se dají sestavy zařadit mezi průměrné z pohledu výkonu.

Počítačová učebna – PC 3 (C/4)	
Počet PC	12
Operační systém	MS Windows XP Professional SP3
CPU	Intel Pentium Dual-Core E5300; 2,6 GHz; 2 MB L2 cache; socket 775
RAM	4 GB (DDR2 800 MHz)
HDD	C: Systém = 100 GB D: Data = 365 GB
VGA	Intel G45 / G43
Monitor	LCD Acer V223W; 22"
Aplikace a další SW	AVG 2012, ZPS 8, MS Office 2010, výukové programy

Tab. 3.17: Počítačová učebna – PC 3

Poslední analyzovaná počítačová učebna PC 3 byla vybavena novými počítači v roce 2010. Pro výuku předmětů je pro žáky a žákyně základní školy k dispozici 12 počítačů s operačním systémem Windows XP Professional SP3. Po HW stránce jsou počítačové sestavy pro potřeby vzdělávání dostatečně výkonné. Učitelské PC se zde nenachází, jelikož učebna není opatřena přípojným bodem pro spojená do učitelské podsítě. Vyučující si nosí do výuky notebook, který si dočasně vždy připojí do žákovské podsítě. Tento stav není zcela vyhovující. Za bezpečnostní riziko je zapotřebí uvést i zastaralost OS Windows XP, kterému už není ze strany dodavatele poskytována podpora v podobě aktualizací a bezpečnostních oprav.

3.2.6 HW a SW vybavení učebny fyziky

Základní škola má kromě tří zmiňovaných počítačových učeben i odbornou učebnu fyziky, kde žáci při výuce používají notebooky. Technické parametry a počet zařízení jsou zmíněny v tabulce 3.18. Pro připomenutí je vhodné uvést, že tato zařízení jsou připojena do učitelské podsítě z důvodu nedostupnosti podsítě žákovské. IP adresy jsou notebookům přidělovány dynamicky prostřednictvím AP s označením „AccessPoint FY“.

Odborná učebna fyziky	
Notebook	Acer TMP453-MG 15,6 / Intel Core i3 / HDD 500 GB / RAM 4 GB / VGA nVidia 1024 MB / DVD / CAM / MS Windows 7 Professional SP1
Počet	12 ks

Tab. 3.18: Odborná učebna fyziky

Komplexní informace o všech žákovských a učitelských PC (NTB) budou součástí dokumentace školní počítačové sítě.

3.2.7 Webový server

Webhosting má základní škola zajištěn u společnosti ACTIVE 24, kteří patří mezi celoevropsky nejvýznamnější poskytovatele služeb v oblasti hostingu a domén. Organizace má zakoupenou licenci na balíček Business za 249 Kč bez DPH / měsíc. V rámci tohoto balíčku je poskytovatelem nabízeno 20 GB prostoru, hostování až 10 domén, neomezený přenos dat a počet e-mailů, 50 FTP přístupů a další služby. Škola má u této společnosti rovněž registrovanou doménu (.CZ), kde roční poplatek vychází přibližně na 179 Kč bez DPH.

3.2.8 Tiskárny

Základní škola nevyužívá pro tisk síťové tiskárny. Každý kabinet je vybaven černobílou laserovou tiskárnou (HP LaserJet 1020) pro každodenní tisk pracovních dokumentů. Pro množení studijních materiálů a dalších potřebných dokumentů mohou zaměstnanci využít velké kopírky, která je umístěna ve sborovně (A/2). Ve vybraných kabinetech se nachází i barevné inkoustové tiskárny, které slouží pro tisk fotek ze školních akcí a obecně pro potřeby barevného tisku dokumentů.

3.2.9 Licenční politika

Na základě smlouvy „*Peel School Agreement*“, kterou zprostředkovává společnost KVIC Nový Jičín, má základní škola za velice zvýhodněných podmínek možnost provádět upgrade svých dosavadních produktů od společnosti Microsoft. Cena po přepočtu na jednu licenci vychází přibližně 200 Kč / 1 rok / 1 počítačová stanice nebo server. Cena zahrnuje přechod ze starší verze operačního systému (např. Windows XP) na verzi novější (Windows 7 a Windows 8.1). Upgrade se vztahuje i na přechod ze staršího serverového operačního systému (Windows Server 2003) na novější verzi (Windows Server 2008, Windows Server 2012). Licence lze však také využít na nově zakoupené počítače či servery. Součástí smluvního ujednání je i možnost licencování kancelářského balíku Microsoft Office ke každé stanici v rámci stanovené ceny. Dodavatel garantuje organizaci tyto smluvní a cenové podmínky po dobu 2 roků. Aktualizace počtu licencí je založena na principu, že škola dodavateli nahlásí každý rok k určitému datu aktuální počet svých PC, které má k dispozici a využívá, a na základě tohoto počtu se pak stanoví celková cena licencí na další období. Licence jsou v současné době aktivovány pomocí aktivačního kódu typu MAK. Pro potvrzení cenové výhodnosti této licenční politiky jsou zmíněny všechny edice serverového operačního systému MS Windows Server 2012 R2, které jsou v rámci smlouvy nabízeny:

- Windows Server 2012 R2 Datacenter
- Windows Server 2012 R2 Standard
- Windows Server 2012 R2 Essentials

3.3 Shrnutí analýzy školní počítačové sítě

Poslední část třetí kapitoly je věnována celkovému shrnutí komplexně provedené analýzy počítačové sítě na 11. základní škole Jiřího z Poděbrad ve Frýdku – Místku. Zjištěné nedostatky a požadavky organizace jsou pro přehlednost systematicky rozčleněny na dvě další podkapitoly.

3.3.1 Zjištěné nedostatky

Tato podkapitola se zabývá zjištěnými nedostatky ve školní počítačové síti a ty jsou následující:

- **Absence dokumentace školní počítačové sítě, včetně specifikace a umístění všech počítačů.**
- **Manuální záloha dat.**
- **Nevhodný způsob fyzického rozdělení počítačové sítě na žákovskou a učitelskou** – problém nastává v případech, kdy se přesouvají PC po škole (např. odborná učebna fyziky byla vybavena notebooky pro výuku, počítačová učebna je doplněna o učitelský PC apod.), jelikož na všech místech není dostupný přístupový bod do žákovské nebo učitelské podsítě.
- **Zabezpečení počítačové sítě** – škola není opatřena vhodným a bezpečným FW řešením. V současné době roli FW plní směrovač značky D-Link DIR-655.
- **Způsob pojetí a fungování školních serverů** (nejedná se o klasické serverové stanice, počítače nejsou stavěny na nepřetržitý provoz).
- **Zastaralost hardwaru serveru „Server 1 – Active Directory“.**
- **Zastaralost softwaru** (OS Windows XP Professional SP3, Windows Server 2003 Standard Edition R2) – jedná se zejména o server s označením „*Server 2 – ŠVP Smile*“, počítačová učebna „*PC 3*“ a některé učitelské počítače. Používání starších verzí operačního systému bez poskytované podpory je bezpečností riziko. Mezi hlavní rizika patří:
 - Ztráta kontroly nad počítačem a zpřístupnění uložených dat útočníkovi.
 - Krádež osobních nebo důvěrných dat a jejich zneužití, zveřejnění nebo smazání.
 - Krádež a zneužití identity nebo získání přístupových informací k různým internetovým službám, včetně elektronického bankovníctví.
 - Zneužití počítače k útokům na jiné počítače nebo počítačové sítě nebo pro jinou kriminální činnost.

- Útok na počítač za účelem jeho vyřazení z provozu.
- Chybějící ovladače na nově zakoupený hardware, jako například tiskárny, základní desky nebo procesory. [20]
- **Zabezpečení a klimatizace místnosti se školními servery.**

3.3.2 Požadavky ze strany zadavatele

V průběhu několika násobných návštěv na 11. ZŠFM byly za účasti tamních správců sítě, vedení školy a provedené analýzy upřesněny hlavní požadavky, které mají být řešeny v rámci hlavní fáze racionalizace školní počítačové sítě:

- **Dokumentace školní počítačové sítě.**
- **Návrh logického rozdělení žákovské a učitelské počítačové sítě pomocí virtuální lokálních sítí VLAN na místo současného fyzického rozdělení podsítí.**
- **Návrh virtualizace a konsolidace současných zastaralých serverů na budoucí fyzický školní server.**

4 Návrh řešení racionalizace školní počítačové sítě

Tato kapitola je věnována celkovému návrhu řešení racionalizace školní počítačové sítě pro základní školu. Na základě stanovených cílů je úkolem vytvořit dokumentaci počítačové sítě, návrh logického rozdělení sítě pomocí virtuálních sítí VLAN na místo současného fyzického rozdělení a návrh serverové virtualizace budoucího školního serveru. V rámci této kapitoly jsou také zmíněna doporučení pro odstranění dalších zjištěných nedostatků. Z důvodu rozsáhlosti celého projektu je pro komplexní návrh racionalizace počítačové sítě využit vodopádový model. Při návrhu serverové virtualizace je pak postupováno podle přístupu, který byl vyvinut společností Resolutions Enterprises.

4.1 Studie proveditelnosti

Před samotným návrhem řešení racionalizace školní počítačové sítě je nezbytné provést studii proveditelnosti (neboli úvodní studii), která je součástí ještě první fáze vodopádového modelu. Tento přístup bude využit v rámci této podkapitoly 4.1 jednak pro zjištění proveditelnosti jednotlivých stanovených cílů, tak realizovatelnosti projektu jako celku.

Prvním a velice důležitým krokem byla důkladně provedena analýza školní počítačové sítě na základní škole a specifikace cílů ze strany zadavatele. Analýzou současného stavu se zabírala třetí kapitola, ve které jsou na jejím konci shrnuty zjištěné nedostatky a požadavky na zlepšení. Na základě výsledků z provedené analýzy je nyní zapotřebí provést studii proveditelnosti, která podle metodiky vodopádu na ní navazuje. Ve studii jsou zohledněny všechny okolnosti k určení, zda je projekt z pohledu zdrojů vůbec realizovatelný.

Vytvoření dokumentace školní počítačové sítě je bez problémů proveditelné, jelikož budou využita vstupní data zjištěná v rámci analýzy. Zohledňovat k tomu potřebné zdroje zde není aktuální. Vše je v režii tohoto projektu a škola získá v elektronické formě kompletní dokumentaci analyzované počítačové sítě.

Primárním požadavkem pro fungování virtuálních lokálních sítí VLAN je podpora této technologie u konkrétně určených aktivních síťových prvků. Logické rozdělení počítačové sítě na žákovskou a učitelskou proto u tohoto návrhu závisí na podpoře VLAN u přepínačů. Následující tabulka sdružuje údaje o všech přepínačích, kterými základní škola disponuje.

Souhrn přepínačů na základní škole			
Označení	Umístění	Počet portů	Podpora VLAN
Switch 1	C/3 (počítačová učebna 1)	24	ANO
Switch 2	C/3 (počítačová učebna 1)	24	ANO
Switch 3	C/3 (počítačová učebna 1)	24	ANO
Switch 4	C/3 (počítačová učebna 1)	24	ANO
Switch 5	C/4 (počítačová učebna 3)	24	ANO
Switch 6	C/1 (učebna AJ)	5	NE
Switch 7	Plavecká škola	12	NE
Switch 8	A/2 (sekretariát)	24	NE
Switch 9	B/2 (zást. pro 1. stupeň)	12	NE
Switch 10	B/1 (družina)	5	NE
Switch 11	B/3 (koutek 1. stupeň)	5	NE
Switch 12	D/2 (TV)	5	NE
Switch 13	D/1 (jídelsna)	5	NE

Tab. 4.1: Souhrn přepínačů na základní škole

Z uvedené tabulky je patrné, že hlavní přepínače (1-5) technologií VLAN podporují. Zbývající přepínače (6-13), které propojují většinu síťových zařízení v učitelské podsíti, naopak VLAN nepodporují. Nahradiť úplně všechny tyto přepínače za nové podporující VLAN ale najednou nebude nutné. Tento proces lze provést postupně bez ohrožení realizace této části projektu, jelikož hlavní přepínače lze pro logické rozdělení počítačové sítě použít. Základní škola je však schopna vyčlenit finanční prostředky na zakoupení modernějších switchů. Zásah do síťové infrastruktury nebude nutný. Zachová se stávající kabeláž, jelikož mezi aktivními prvky vede gigabitový ethernet (1 GigE) a tento standard je zařízeními podporován. Samotnou implementaci by měl na starost externí správce sítě a prováděla by se v období volna, kdy se na škole nevyučuje. Tato implementace není moc časově náročná. Vyžádala by si maximálně 1-2 dny. Z pohledu všech zdrojů je tento stanovený cíl realizovatelný.

Hlavním a nejdůležitějším předpokladem realizace serverové virtualizace je zakoupení nového fyzického serveru. Vzhledem k tomu, že jsou současné fyzické servery zastaralé a nesplňují další potřebné funkce, je jejich náhrada nezbytná. Jelikož se jedná o nemalé finanční prostředky a zřizovatelem základní školy je statutární město Frýdek – Místek, je nutné spoléhat

i na jeho podporu. Investice projektu je však přislíbena. Nejvhodnější termín implementace a realizace projektu je období letních prázdnin, kdy je dostatečný časový prostor vše řádně provést a otestovat. Implementace by byla rovněž v kompetenci externího správce sítě. Samotné zakoupení fyzického serveru a nutného příslušenství podléhá výběrovému řízení. Za všech těchto předpokladů je i tento stanovený cíl realizovatelný.

Studie proveditelnosti je tak dokončena pro všechny stanovené cíle a lze konstatovat, že i projekt jako celek je ze všech hledisek realizovatelný. Tím je také ukončena první fáze projektu podle vodopádového modelu, na kterou plynule navazuje další („*Návrh systému*“).

4.2 Dokumentace počítačové sítě

Vzhledem k absenci dokumentace školní počítačové sítě je prvním cílem ze tří stanovených její vytvoření. Ke splnění tohoto požadavku poslouží podrobně provedená analýza školní počítačové sítě a výstup ze studie proveditelnosti. Všechny tyto potřebné informace byly získány v rámci první fáze vodopádového přístupu. V jeho navazující fázi, návrhu systému, je vytvořen nový dokument, do něhož jsou vyselektovány následující údaje:

- **Základní informace o organizaci**
- **Schéma školní počítačové sítě s popisem jejího fungování**
- **Informace o poskytovateli internetového připojení**
- **Přehled všech aktivních síťových prvků (směrovače a přepínače), včetně jejich konfigurace a technické specifikace**
- **Přehled HW a SW vybavení školních serverů**
- **Přehled HW a SW vybavení počítačových učeben**
- **Přehled HW a SW vybavení odborné učebny fyziky**
- **Informace o webovém serveru a školních tiskárnách**
- **Informace o licenční politice**

Dokumentace počítačové sítě je navíc rozšířena o konkrétní specifikace všech žákovských a učitelských počítačových stanic, které nebyly zmíněny v rámci třetí kapitoly této práce zabývající se analýzou školní sítě. Obsahuje níže v bodech uvedené informace:

- **Název a popis stanice**
- **IP a MAC adresa stanice**
- **Nainstalovaný operační systém**
- **Zařazení do žakovské nebo učitelské podsítě**

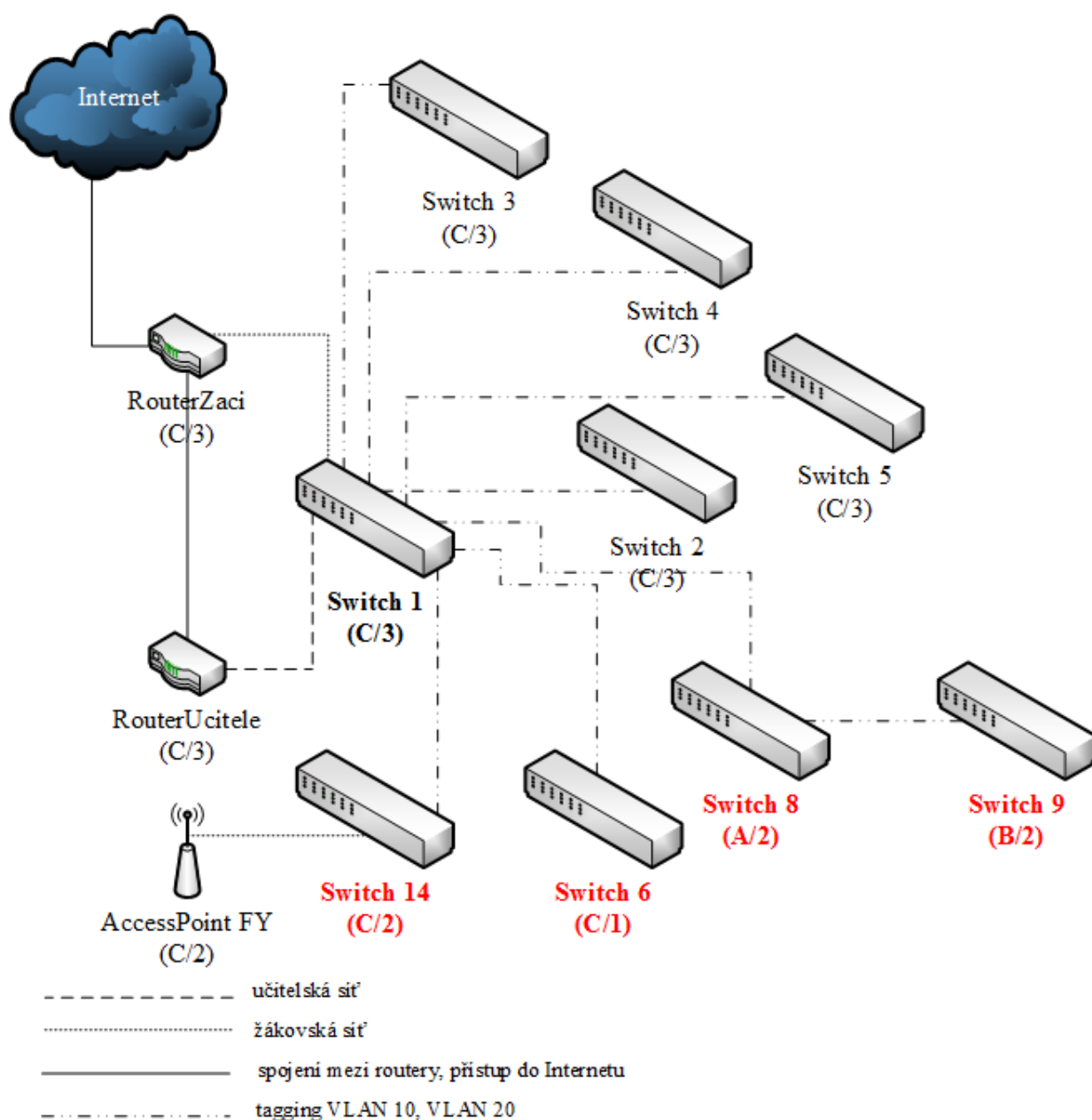
Souhrn vyjmenovaných bodů obsažených ve vytvořené dokumentaci umožní správcům počítačové sítě, případně dalším zainteresovaným osobám, kdykoliv získat ucelený přehled o současném fungování školní počítačové sítě. Například při potřebě zjistit konfiguraci konkrétního síťového prvku či technické specifikace počítačové stanice, stačí pouze nahlédnout do dokumentace bez nutnosti složitějšího zjišťování údajů přímo v síťovém zařízení nebo na stanici. Dokumentace počítačové sítě je součástí přílohy č. 5, která bude společně s celou diplomovou prací vypálena na samostatné CD. Tato dokumentace může být samozřejmě v reakci na změny provedené v počítačové síti pověřenou osobou kdykoliv revidována.

4.3 Návrh logického rozdělení počítačové sítě pomocí VLAN

Předmětem této podkapitoly je návrh logického rozdělení žákovské a učitelské sítě pomocí virtuálních lokálních sítí VLAN, které má nahradit současné fyzické rozdělení. I v rámci tohoto návrhu je postupováno podle metodiky vodopádu. Klíčovými jsou zde rovněž výstupní data z provedené analýzy sítě a studie proveditelnosti.

4.3.1 Schéma logického rozdělení počítačové sítě

Princip a postup návrhu nového logického rozdělení žákovské a učitelské sítě bude vysvětleno na následujícím schématu.



Obr. 4.1: Schéma logického rozdělení počítačové sítě

Z důvodu velké rozsáhlosti počítačové sítě jsou v návrhu znázorněny pouze aktivní síťové zařízení v podobě směrovačů a přepínačů. Pro přehlednost je zachováno označení síťových prvků vycházející z analýzy počítačové sítě. Červeným písmem jsou pak označeny přepínače, které jsou nahrazeny novými modernějšími.

Předkládaný návrh počítá se zachováním obou současných směrovačů značky D-Link DIR 655. Bohužel tato zařízení nepodporují vytváření virtuálních lokálních sítí VLAN a pokročilejší možnosti routování, proto jsou využity oba směrovače. Zapojení přepínačů je upraveno do klasické hvězdy, kde „Switch 1“ je centrálním switchem. Do tohoto přepínače jsou napřímo zapojeny oba směrovače „RouterZaci“ a „RouterUcitele“. Tím je zajištěna konektivita žákovské a učitelské sítě do přepínače „Switch 1“, na kterém budou až nastaveny samotné VLAN. Rozdělení jedné fyzické ethernetové sítě na více logických sítí umožňuje mezinárodní standard IEEE 802.1Q (VLAN Tagging), který moderní přepínače podporují. Žákovská síť má přiřazen VLAN ID 10 a učitelská pak VLAN ID 20. Nastavení lze provést přímo přes webový management. IP adresa, na kterou lze přistupovat přes síť pro správu a konfiguraci switchu, se nazývá loopback. Vzhledem k tomu, že je zapotřebí konektivitu do obou sítí zajistit i v dalších uzlech sítě, je nutné nastavit na přepínači „Switch 1“ trunk port (například port 1). Odchozí komunikace se nataguje na tomto portě, který přenese zvolené VLAN na další switch (VLAN ID 10 a VLAN ID 20). Tento postup je vhodné aplikovat v celém řetězci vzájemně propojených přepínačů, jak je ve schématu znázorněno dvojčerkovanou čarou. Tím se zajistí přístup do žákovské a učitelské sítě na všech potřebných místech základní školy. Z tohoto důvodu je nezbytné červeným písmem zvýrazněné nekonfigurovatelné přepínače „Switch 6“, „Switch 8“ a „Switch 9“ nahradit novými. V odborné učebně fyziky je rovněž přidán nový přepínač „Switch 14“ pro připojení dostatečného počtu síťových zařízení. V případě potřeby zvýšit přenosovou rychlost mezi dvěma přepínači, lze toho docílit spojením dvou trunk portů, kterému se říká trunk nebo trunk link. Pokud by nastala situace, že jsou dva switche od sebe vzdáleny více jak 100 metrů, je doporučeno mezi nimi použít jako přenosové médium optický kabel. Kromě zmiňovaného trunk portu se na ostatních (untagged) portech, které budou využity pro připojení počítačových stanic, nastaví pro žákovské PC VLAN ID 10 a pro učitelské PC VLAN ID 20. Tímto je žákovská a učitelská síť logicky oddělena, i když jsou všechny počítačové stanice připojeny na jednom přepínači. Školní servery jsou vybaveny dvěma síťovými kartami, a proto je přístup do obou sítí zabezpečen. Pro zajištění konektivity školních serverů („Server 1 – Active Directory“, „Server 2 – ŠVP Smile“ a „Server 3 – IS Bakaláři“) stačí pouze změnit IP adresy a subnet na jejich žákovských a učitelských síťových kartách. Pro přístup na server „Server 3 – IS Bakaláři“ se ještě nastaví

na žákovském routeru přesměrování na novou IP adresu pro přístup zvenčí. Porty, které nebyly pro připojení počítačů využity, je vhodné na switchi zakázat. Všechny porty na přepínačích je vhodné si řádně označit a zdokumentovat pro budoucí případné úpravy. Další výhodou je možnost implementovat virtuální lokální sítě do jednotlivých segmentů počítačové sítě na etapy s tím, že se v daném segmentu (patře, učebně) zachová současný stav a staré přepínače se nahradí novými postupně. Zbylé nekonfigurovatelné přepínače lze využít v místech, kde už není nutné dělit síť na učitelskou nebo žákovskou (např. kabinety, kde jsou pouze učitelské PC). Cena switche s podporou VLAN závisí na počtu portů, funkcemi a značce. 24 portový přepínač s podporou VLAN a možností managementu přes webové rozhraní začíná na ceně cca 4500 Kč. Na aktivních síťových prvcích není doporučeno šetřit, protože jejich možný častý výpadek ochromí přístup z koncových stanic v daném segmentu sítě. Vzhledem k tomu, že na všechny úseky školy není nutné pořizovat 24 portový konfigurovatelný switch (postačí s menším počtem portů – „Switch 9“), je možné pořídit zařízení i levněji. Suma sumárum při koupi čtyř nových přepínačů by byl finanční dopad okolo 20 000 Kč.

4.3.2 Konfigurace síťových zařízení

Podkapitola 4.3.2 se blíže zabývá technickým nastavením, které je nutné pro provoz virtuálních lokálních sítí VLAN u síťových prvků provést. Následující tabulka shromažďuje nejdůležitější údaje s nastavením obou hlavních školních směrovačů.

Wi-Fi router	„RouterZaci“ (C/3)	„RouterUcitele“ (C/3)
Výrobce a typ zařízení	D-Link DIR 655	D-Link DIR 655
Nastavení WAN		
IP adresa	89.31.15.82	192.168.1.2
Maska sítě	255.255.255.240	255.255.255.0
Výchozí brána	89.31.15.1	192.168.1.1
Primární DNS Server	89.31.15.2	192.168.1.1
Sekundární DNS Server	89.31.15.5	-
MAC adresa	00:24:01:69:07:53	00:24:01:71:37:55
Nastavení LAN		
IP adresa	192.168.1.1	192.168.2.1
Maska sítě	255.255.255.0	255.255.255.0
MAC adresa	00:24:01:69:07:52	00:24:01:71:37:54

Tab. 4.2: Nová technická specifikace - Wi-Fi router „RouterZaci“ a „RouterUcitele“

Tučné písmo značí provedené změny v nastavení směrovačů. V žákovské síti lze po úpravě využít téměř celý rozsah IP adres 192.168.1.1 až 192.168.1.254. V učitelské síti pak rozsah IP adres 192.168.2.1 až 192.168.2.254. Obě sítě proto musí mít masku 255.255.255.0. Pokud by došlo k navýšení počtu síťových zařízení v žákovské nebo učitelské síti, je k dispozici dostatek volných IP adres pro jejich přiřazení. V navazující tabulce jsou nejdůležitější údaje shrnuty, které je mít třeba na paměti při úpravě síťového nastavení na všech počítačových stanicích a serverech. VLAN ID doplňuje informaci o rozdělení těchto sítí na přepínačích.

Název sítě	Žákovská síť	Učitelská síť
Rozsah využit. IP adres	192.168.1.3 – 192.168.1.254	192.168.2.2 – 192.168.2.254
Výchozí brána	192.168.1.1	192.168.2.1
Maska sítě	255.255.255.0	255.255.255.0
VLAN ID	10	20

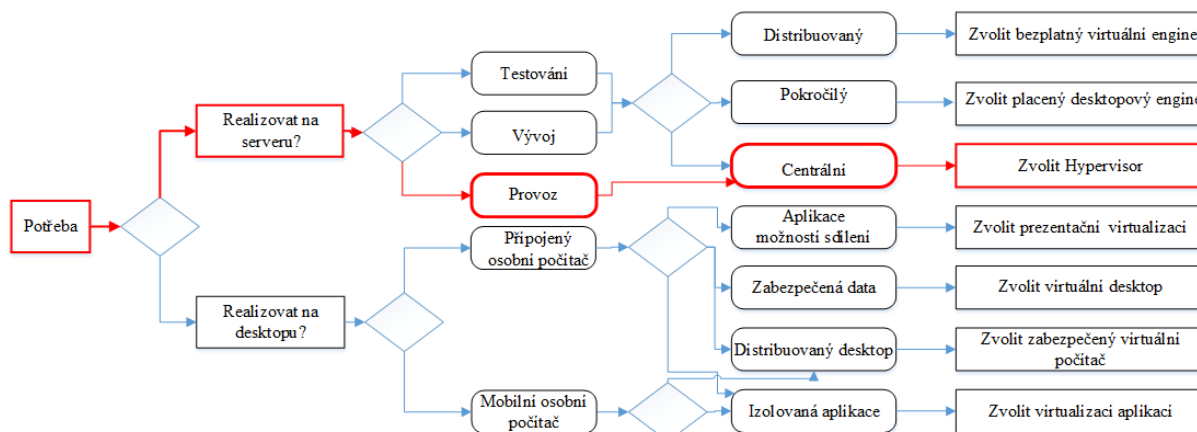
Tab. 4.3: Síťová konfigurace žákovských a učitelských počítačových stanic

4.4 Návrh serverové virtualizace budoucího školního serveru

Úkolem podkapitoly 4.4 je návrh serverové virtualizace, která bude realizována na budoucím fyzickém školním serveru. Přechod k virtualizaci závisí na pěti klíčových krocích, které definovala společnost Resolutions Enterprises. V této části už bude upuštěno od použití metodiky vodopádového modelu a návrh se bude zcela řídit výše zmiňovaným přístupem. Samozřejmě návrh opět staví na provedené analýze školní počítačové sítě a předpokladu, že je projekt z pohledu zdrojů realizovatelný.

4.4.1 Rozhodovací proces při virtualizaci

Před samotným zahájením virtualizačního projektu je nutné stanovit konkrétní potřebu, která má být uspokojena a podle ní pak vybrat správný model virtualizace. Jsou známy tři hlavní aspekty virtualizace – serverová virtualizace, virtualizace desktopů a virtualizace aplikací. Při výběru je možné využít níže uvedený vývojový diagram, který se dotýká všech zmiňovaných aspektů virtualizace. Políčka obarvená červeně znázorňují rozhodovací proces, podle kterého je vybrána nejvhodnější varianta pro realizaci virtualizace v organizaci. Na budoucím fyzickém serveru bude implementována serverová virtualizace, která bude určena pro centrální provoz s využitím hypervisoru.



Obr. 4.2: Rozhodovací proces při virtualizaci podle společnosti Resolutions Enterprises

Přemýšlet o implementaci virtualizace desktopů nemá v současnosti i v budoucnu opodstatnění. Náklady na její realizaci by se totiž vyšplhaly do statisíců Kč (odhadem pro 100 virtuálních stanic 2-3 milióny Kč). Další náklady jsou spojené se zálohou, která probíhá prostřednictvím páskových knihoven. Pro plnohodnotnou výuku na základní škole je HW vybavení počítačových učeben dostatečný vzhledem k jejich inovaci v posledních letech. Většina učitelských PC jsou rovněž pro pracovní účely výkonově způsobilé.

4.4.2 Návrh přechodu k serverové virtualizaci

Po získání potřebných znalostí z oblasti virtualizace a výběru vhodného modelu podle rozhodovacího diagramu je možné pokračovat dále v návrhu. V následujících pěti krocích, jsou zmíněny klíčové aspekty zaměřené na přechod k serverové virtualizaci realizované na budoucím fyzickém serveru na základní škole.

❖ **Analýza (1)** – prvním a nezbytným krokem je řádné prozkoumání školní infrastruktury. Díky podrobně provedené analýze na základní škole je inventarizace značně usnadněna, jelikož lze zužít doposud získané informace. Jiný způsob, jak získat potřebné informace, je vygenerovat inventář pomocí bezplatných nástrojů, které byly blíže uvedeny v teoretické části práce. Pro účely tohoto projektu to není ale nutné. Vhodnými kandidáty na virtualizaci jsou všechny tři současné servery („*Server 1 – Active Directory*“, „*Server 2 – ŠVP Smile*“ a „*Server 3 – IS Bakaláři*“). Zařazení zdrojů serverů do kategorií je následující:

Název server	Kategorie	Typ serveru
Server 1 – Active Directory	Servery pro správu identit	Klasická PC skříň
Server 2 – ŠVP Smile	Aplikační servery	Klasická PC skříň
Server 3 – IS Bakaláři	Aplikační servery	Klasická PC skříň

Tab. 4.4: Zařazení zdrojů serverů do kategorií

Jakmile je dokončeno zhodnocení systémů, dostává prostor ještě racionalizace, která je nejdůležitějším aspektem každého virtualizačního projektu. Racionalizace v analyzované základní škole spočívá v konsolidaci současných fyzických serverů, kdy na novém hostovaném serveru poběží tři servery virtuální. Z důvodu bezpečnosti nelze tyto servery více zkonsolidovat. Řadič domény je doporučené provozovat vždy na samostatném serveru. Na server, kde běží informační systém Bakaláři, je přístup z Internetu, a na posledním serveru je pak nainstalován školní vzdělávací program Smile. Z tohoto důvodu je zapotřebí vytvořit tři samostatné virtuální servery. Současné fyzické servery a na nich běžící aplikace (ŠVP Smile a IS Edison) a všechna potřebná data je možné zálohovat a následně pak implementovat na nové virtuální servery. Migrace AD z Windows Server 2003 na Windows Server 2012 R2 lze rovněž provést, a to přímo s využitím nástrojů ve Windows Server.

Shrnutí prvního kroku při přechodu k serverové virtualizaci vypadá následovně:

- **HW a SW zastaralost současných serverů** – řešení spočívá v zakoupení nového výkonného fyzického serveru s provozem virtuálních serverů.

- **Migrate** – převod stávajících serverů na nové virtuální servery je realizovatelný
- **Záloha dat** – data nejsou v současné době zálohována automaticky. Řešení bude spočívat jednak v záloze dat na novém serveru, tak pořízením externího záložního úložiště.

❖ **Virtualizace (2)** – po shromáždění potřebných informací o školních serverech a systémech je možné přejít k výběru virtualizační technologie. V celém datovém centru existuje sedm vrstev, které byly blíže představeny v kapitole 2.3.2. Vzhledem k nasměrování celého projektu je zde výběr jasný. Bude se jednat o hardwarovou serverovou virtualizaci, jelikož virtuální operační systémy poběží přímo nad hardwarem. Engine použitý ke spuštění hardwarové virtualizace se nazývá hypervisor. Proto kromě výběru správného hostitelského serveru je nutné se rozhodnout pro nejvhodnějšího dodavatele hypervisoru, který umožňuje provozovat na jednom fyzickém serveru více serverů virtuálních. Tento výběr je však značně ulehčen. Díky výhodné licenční politice je základní škola oprávněna využívat za přibližně 200 Kč / 1 rok / 1 fyzický server licenci na produkt Microsoft Windows Server 2012 R2 v nejvyšší verzi Datacenter, která umožňuje provozovat neomezený počet virtuálních serverů na daném hostu a má všechny funkce systému dostupné. Navíc má škola zájem používat software od společnosti Microsoft. Srovnávat nabídku hypervisorů od jiných výrobců (nejznámější VMware a Citrix), jejich možnosti a funkce postrádá tedy smysl. Za jiných okolností a bez těchto předpokladů by bylo vhodné použít pro výběr nejlepší varianty řešení některý z modelů rozhodování, např. vícekritériální analýza, ve které je cílem najít takovou variantu, která nejlépe vyhovuje požadavkům jednotlivých stanovených kritérií. [2]

❖ **Maximalizace hardwaru (3)** – ve třetím kroku je nutné zajistit maximální využití hardwaru, na kterém poběží jednotlivé virtuální servery. Nutné je proto zvážit výběr vhodného hardwaru, aby vždy byla zajištěna vysoká dostupnost systémů. Použití 64 bitové architektury procesorů je v současné době nezbytnost, jelikož nejdůležitějším faktorem je zajistit dostatečnou velikost operační paměti RAM jednotlivým virtuálním serverům. Implementace serverové virtualizace počítá s instalací třech virtuálních serverů na novém fyzickém serveru. Stanovení konkrétních HW požadavků na tento server bude předmětem kapitoly 4.4.3. Vzhledem k výhodám současné licenční politiky je vybrán operační systém Windows Server 2012 R2 ve verzi Datacenter (Tab. 4.5).

Název virtuálního serveru	Operační systém
Server 1 – Active Directory	Windows Server 2012 R2 Datacenter
Server 2 – ŠVP Smile	Windows Server 2012 R2 Datacenter
Server 3 – IS Bakaláři	Windows Server 2012 R2 Datacenter

Tab. 4.5: Zvolený OS pro virtualizační servery

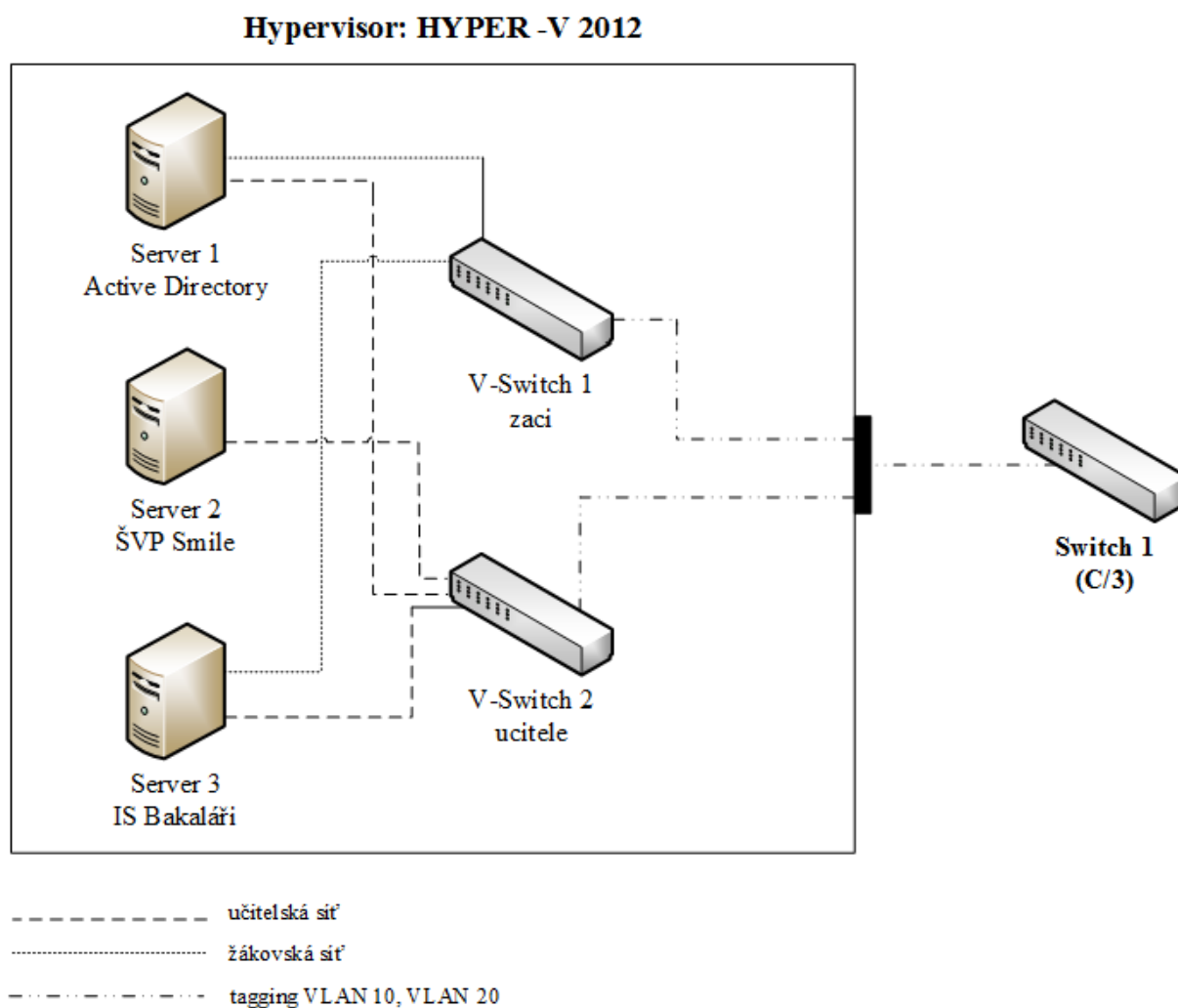
Přiřazení systémových zdrojů serverům	Server 1 Active Directory	Server 2 ŠVP Smile	Server 3 IS Bakaláři
Počet jader	2	2	2
Velikost paměti RAM	16 GB	8 GB	8 GB
Kapacita disku	80 GB	80 GB	80 GB

Tab. 4.6: Přiřazení systémových zdrojů serverům

Výše uvedená tabulka (Tab. 4.6) pak uvádí přiřazené systémové zdroje jednotlivým virtuálním serverům, které jsou dimenzovány s dostatečnou rezervou. Samozřejmě přiřazené zdroje lze kdykoliv podle potřeby změnit, což je obrovskou výhodou virtualizace. Vše je omezeno celkovým hardwarem serveru. Řešit u tohoto projektu serverové virtualizace použití sdíleného úložiště, kdy je několik počítačových uzlů vzájemně propojeno, není na místě. Finanční dopady by byly vysoké a pro základní školu neopodstatněné. Záloha dat bude samozřejmě řešena jednak v rámci samotného fyzického serveru, tak externím úložištěm na něj připojeným. Vše bude probíhat automaticky podle naplánovaných úloh. V případě selhání komponenty (např. paměti) je zapotřebí, aby byla zajištěna včasná dostupnost jejich náhrady od dodavatele řešení. Tyto garance je nutné mít zajištěny a mít písemně ujednány. Posledním bodem je výběr vhodného racku (velikost, možnosti jeho umístění), do kterého bude umístěn nový server a ten bude zabezpečen před neoprávněným přístupem.

❖ **Architektura (4)** – předposledním krokem podle přístupu od společnosti Resolutions Enterprises je revize architektur datového centra. Ta bude popsána na níže uvedeném schématu, který předpokládá s návrhem virtuálních lokálních sítí VLAN a s centrálním přepínačem „Switch 1“. Síťová topologie zůstává stejná, jak je znázorněna na obrázku 4.1: Schéma logického rozdělení počítačové sítě, proto už na tomto obrázku není opět zakreslena a bude se zabírat čistě konektivitou k novému fyzickému serveru. Z přepínače „Switch 1“ vede UTP kabelem taggovaná VLAN 10 a VLAN 20 na fyzickou síťovou kartu nového hostu (černý

obdélníček v nákresu). Tím je zajištěna konektivita do žákovské a učitelské sítě. Nyní už přebírá roli hypervisor a veškeré konektivita v rámci serveru je virtuální. Z tohoto důvodu jsou vytvořeny virtuální přepínače „V-Switch 1 zaci“ a „V-Switch 2 ucitele“. I jednotlivé virtuální servery budou mít své virtuální síťové karty, které musí mít správně nastavené. Princip přidělování IP adres zůstává stejný, jak byl uveden v kapitole zabývající se virtuálními lokálními sítěmi.



Obr. 4.3: Hardwarová serverová virtualizace běžící nad HYPER-V 2012

❖ **Správa (5)** – veškerá správa fyzického serveru a tří serverů virtuálních bude v kompetenci současných správců sítě. Jelikož se jedná o školní počítačovou síť, která se svým rozsahem nemůže srovnávat s datovými centry obrovských korporací, není zde na místě úrovně správy nějak dále dělit. Úkolem správců je zejména zajistit vhodné zálohování dat a jejich případnou obnovu, aktualizaci systémů, správu virtuální síťové vrstvy, řešení poruchových stavů apod.

4.4.3 Stanovení požadavků na HW nového serveru

Vzhledem k zastaralosti současných školních serverů není možné provést jejich upgrade a zvýšit tak výkon. Řešením je zakoupení nového dostatečně výkonného fyzického serveru. Následující tabulka sdružuje hlavní požadavky, které by měl nový server splňovat pro realizaci plánované serverové virtualizaci.

Název HW / komponenty	Kapacita / výkon / podpora
Varianta serveru	bedna i server do racku 19“
Počet patic pro procesor	2
Procesor	1 - 2 fyz. CPU (x64) s 6 - 12 jádry (3 GHz a více)
Operační paměť	64 GB (DDR 3 / 4)
Pevný disk	5x 300 GB (10k SAS)
Počet možného osazení HDD	8
Technologie serverového řadiče	SAS+SATA+SATA SSD / RAID 0, 1, 5, 10
Sít'ová karta	min. 4x ethernet (1 GigE)
USB 3.0	Ano
Záložní zdroj pro server	1x (min. 500 W)

Tab. 4.7: Požadavky na HW nového serveru

Přímo konkrétního dodavatele nového fyzického serveru nelze určit, jelikož jeho nákup podléhá výběrovému řízení. Údaje uvedené v tabulce však poslouží ke specifikaci zadání pro výběrové řízení. Hrubý odhad celkových nákladů na zakoupení nového fyzického serveru, včetně potřebného dokoupení komponent je uveden v následující tabulce.

Název HW / komponenty	Orientační cena
Fyzický server do racku (1x CPU, 6 jader, 16 GB RAM DDR 4, HDD 2x 300 GB (10k SAS), 4x ethernet (1 GigE), USB 3.0, zdroj 500W, podpora RAID 0, 1, 5, 10	55 000 Kč
RAM 16 GB DDR4	3x 6500 Kč
HDD 3x 300 GB (10k SAS)	3x 5000 Kč
Záložní zdroj 500 W pro server	5 000 Kč
19" Rack	10 000 Kč
CELKEM	104 500 Kč

Tab. 4.8: Orientační cenová nabídka nového fyzického serveru

4.4.4 Zálohování serverů

Základní škola doposud nevyužívá žádný automatický způsob pro zálohu školních dat, jak bylo zjištěno v rámci analýzy počítačové sítě. Budoucí server tento problém řeší zakoupením rychlých disků a vytvořením vhodného RAID pole. V současné době se často používá RAID 10, pro který jsou zapotřebí čtyři disky. V případě poškození některého z disků jsou data ochráněna (pátý disk je proto zkonfigurován jako hot-spare disk). Kromě toho je vhodné pořídit do organizace i externí úložiště, které bude připojeno k serveru. Nastavením záložního plánu přes nástroj Windows Server Backup, který je součástí Windows Server 2012 R2, jsou pak zvolená data zálohována. Tím je zajištěno, že za žádných okolností nelze o data přijít. Externí úložiště umožňuje rovněž vytvářet disková pole. Cena takového úložiště je orientačně 5 000 Kč + 5000 Kč na zakoupení NAS disků (2x 1TB). Řešení zálohy a případné obnovy dat by měli na starost správci sítě školy.

4.4.5 Časová náročnost implementace

Dobu implementace celé serverové virtualizace na budoucí fyzický server nelze přesně vyčíslit. Projekt závisí na několika okolnostech (doba zálohy dat ze starých serverů a jejich převod, migrace AD apod.). Dále je nutné počítat s časem na řádné otestování provozu a všech funkcionalit nového serveru. Jak bylo popsáno ve studii proveditelnosti, vhodným termínem pro realizaci serverové virtualizace je období letních prázdnin. Je proto doporučeno, aby si základní škola zpracovala harmonogram prací a počítala i s dostatečnou časovou rezervou pro doladění systémů a na řešení případných problémů vyskytnutých během projektu. V rámci této práce časový harmonogram není sestaven, jelikož nebyl požadován. Základní škola si ho zajistí sama. Jsou pouze zmíněny hlavní činnosti bez časových údajů, které by měl harmonogram obsahovat:

- **Instalace hypervisoru Hyper-V**
- **Konfigurace virtuální síťové vrstvy (virtuální switche a síťové karty)**
- **Instalace virtuálních serverů a jejich konfigurace (Microsoft Windows Server 2012 R2 Datacenter**
- **Převod aplikací a informačních systémů ze starých serverů a nové**
- **Migrace AD z Windows Server 2003 na Windows Server 2012 R2**
- **Nastavení zálohování**
- **Testování provozu a funkcí**

4.5 Doporučení pro odstranění dalších zjištěných nedostatků

Obsahem této kapitoly je výběr možných doporučení pro odstranění dalších nedostatků vyplývajících z analýzy provedené na dané základní škole, které nebyly předmětem hlavního návrhu diplomové práce.

4.5.1 Upgrade operačních systémů na počítačových stanicích

Na základě provedené analýzy počítačové sítě bylo zjištěno 82 počítačových stanic, na kterých je provozován OS Windows XP Pro SP3. Z důvodu ukončení podpory tohoto OS ze strany společnosti Microsoft je doporučeno přejít na novější verzi operačního systému MS Windows 7 Pro SP1 nebo Windows 8.1 Pro. Náklady na zakoupení nových licencí nevzniknou, jelikož jsou už obsaženy v ročním pronájmu a stanovené současnou licenční politikou (200 Kč / 1 rok / 1 licence), kterou má základní škola garantovanou vždy po dobu dvou let. Dodatečné náklady však vzniknou se zakoupením nových počítačových stanic (případně v rámci možností jejich HW upgradem), jelikož ne všechny školní PC splňují systémové požadavky pro běh novější verze operačního systému Microsoft Windows. Samotná instalace operačního systému na jednotlivých počítačových stanicích by byla v kompetenci současných správců školní počítačové sítě.

4.5.2 Zabezpečení síťového provozu

V současné době plní roli firewallu ve školní počítačové síti dva směrovače značky D-Link DIR-655, kde žákovský směrovač je hlavní přístupový bod do Internetu a dále společně s učitelským směrovačem fyzicky rozděluje žákovskou a učitelskou podsít' (zde brán v úvahu výchozí stav fungování počítačové sítě zjištěné v rámci analýzy, viz. kapitola 3.2). Tento způsob zabezpečení není ale zcela bezpečný a vyhovující. Vhodnějším řešením je zakoupení nového síťového zařízení v podobě routerboardu, který obsahuje pokročilejší prvky zabezpečení a funkce (např. dynamické routování, firewall, atd.). Jako příklad lze uvést zařízení Mikrotik RB450G, který se dá pořídit přibližně za cenu 2 500 Kč. Další možností, která je v praxi často využívána, je zabezpečení síťového provozu pomocí nástroje IPtables. Tento mocný nástroj umožňuje linuxovému systému plně pracovat se síťovou komunikací. Pomocí něj lze snadno postavit různé druhy firewallů nebo sdílení Internetu, tedy nastavit pravidla pro celý síťový provoz. [11] Výhodou tohoto řešení jsou nulové pořizovací náklady za nákup softwaru, jelikož operační systém Linux je open source systém. Nástroj IPtables je přímo součástí OS Linux Debian, proto je možné doporučit pro implementaci právě tuto distribuci. Operační systém je zapotřebí nainstalovat buď na samostatný počítač, který bude disponovat

minimálně dvěma síťovými kartami a bude zabezpečen proti výpadku v nepřetržitém provozu. Vzhledem k předpokládanému zakoupení nového fyzického serveru a realizace serverové virtualizace lze OS Linux Debian v budoucnu nainstalovat a nakonfigurovat jako samostatný virtuální počítač na host server, jelikož technologie Hyper-V uvedenou linuxovou distribuci podporuje. Tím by se ušetřily finanční zdroje za nákup nového HW. Při realizaci tohoto řešení by vznikly náklady spojené s konfigurací samotného FW v nástroji IPtables. Rovněž by bylo zapotřebí v rámci dodatečné analýzy upřesnit požadavky na zabezpečení síťového provozu a routování mezi logickými sítěmi (žákovská, učitelská, případně další VLAN).

4.5.3 Zabezpečení a klimatizace serverovny

Současné umístění fyzických serverů je nevyhovující, protože místnost neplní pouze roli serverovny. Doporučené je vyčlenit samostatnou místnost, která bude řádně zabezpečená a klimatizována s přístupem jen pro kompetentní osoby. Pokud by došlo k přesunutí serverovny např. do jiné budovy, mohlo by si to vyžádat větší zásah do síťové infrastruktury.

5 Zhodnocení přínosů navrhovaného řešení

Vzhledem k velikosti školní počítačové sítě, která nebyla doposud řádně zmapovaná, se velká část práce zabývala její podrobnou analýzou. Velkým přínosem je tak vytvoření ucelené dokumentace počítačové sítě.

Druhým bodem byl návrh logického rozdělení žákovské a učitelské sítě prostřednictvím virtuálních lokálních sítí VLAN na místo současného fyzického rozdělení. Zavedení této technologie počítá se zachováním současné kabeláže a většiny přepínačů, které VLAN a standard 802.1Q podporují. Pro zajištění logického rozdělení sítě do všech úseků školy je v návrhu kalkulováno s náhradou čtyř nekonfigurovatelných přepínačů za nové. Náklady s tím spojené by nepřesáhly 20 000 Kč. Přínosem avizovaného řešení je možnost připojení počítačových stanic do žákovské a učitelské sítě v rámci jednoho přepínače. V současné době je totiž nutnost mít pro každou síť svůj vlastní switch.

Další část práce se zabírala návrhem přechodu k serverové virtualizaci, kde je její realizace plánována na budoucí fyzický server. Místo současných tří dosluhujících fyzických serverů („*Server 1 – Active Directory*“, „*Server 2 – ŠVP Smile*“ a „*Server 3 – IS Bakaláři*“) se vytvoří tři virtuální na novém hostitelském serveru. Jelikož je základní škola v rámci její licenční politiky oprávněna využívat i licence na serverové operační systémy od Microsoftu, nebylo nutné se rozhodovat mezi jednotlivými dodavateli virtualizačních řešení. Na serveru bude provozován MS Windows Server 2012 R2 ve verzi Datacenter a hypervisor Hyper-V. Přínosem serverové virtualizace je ušetření finančních zdrojů za nákup samostatných fyzických serverů, u kterých by stejně výkon nebyl zcela využit. Mezi další přínosy patří jednodušší správa serverů, jejich záloha a samozřejmě úspory v provozních nákladech. Finanční dopady spojené s nákupem nového fyzického serveru nelze přesně vyčíslit, jelikož je nutnost daný HW vysoutěžít ve výběrovém řízení. Z tohoto důvodu byly sepsány hlavní požadavky, které by měl server splňovat. Pro přehled byla uvedena pouze orientační cena bez uvedení konkrétního dodavatele, která činí cca 104 500 Kč. Zakoupení externího úložiště s patřičným počtem disků pro zálohu dat okolo 10 000 Kč. Základní škola má však investici přislíbenou.

Stručné návrhy řešení pro eliminaci dalších zjištěných nedostatků vyplývající z provedené analýzy školní počítačové sítě byly vyzdvihnuty v podobě tří doporučení. První řeší zastaralost operačního systému Windows XP Pro SP3, který je doposud nainstalován na některých počítačových stanicích. Důvodem je ukončení technické podpory pro tento systém od 8. dubna 2014. Současná licenční politika školy však umožňuje jejich bezplatný upgrade na novější verzi OS. Přínosem je zabezpečení PC prostřednictvím aktualizací vydávané

společnosti Microsoft. Druhé doporučení zmiňuje nevhodné zabezpečení počítačové sítě v podobě dvou klasických směrovačů. Řešením je zakoupení nového síťového zařízení v podobě routerboardu, který obsahuje pokročilejší prvky zabezpečení. Další možností je použití bezplatného linuxového nástroje IPtables, který dokáže postavit různé druhy firewallů a lze jej zprovoznit jako samostatný virtuální počítač v plánované serverové virtualizaci. Třetí bod řeší zabezpečení a klimatizaci serverovny. Zde je doporučeno pro ni vyčlenit samostatnou klimatizovanou místnost.

6 Závěr

Předkládaná diplomová práce se zabývala návrhem racionalizace počítačové sítě pro 11. základní školu Jiřího z Poděbrad ve Frýdku – Místku. V práci byly řešeny tři hlavní cíle stanovené zadavatelem. Na základě provedené analýzy a zmapování stávajícího fungování počítačové sítě byla v první části návrhu vytvořena dokumentace školní počítačové sítě. Další část se zabývala návrhem nového rozdělení počítačové sítě. S využitím většiny současných přepínačů a nahrazení některých nevyhovujících byl vytvořen návrh logického rozdělení žákovské a učitelské sítě pomocí virtuálních lokálních sítí VLAN. Výhodou tohoto řešení, které spočívá v nahrazení doposud využívaného fyzického rozdělení sítě za logické, je zajištění síťové konektivity do žákovské a učitelské sítě na všech potřebných místech školy. Ve třetí části byl řešen návrh přechodu k serverové virtualizaci, která má být implementována na budoucím serveru. Podle zvolené metodiky byly vyzdvihnuty hlavní kroky, které vedou k její realizaci. Vzhledem k licenční politice školy byl zvolen jako kandidát pro serverovou virtualizaci produkt Microsoft Windows Server 2012 R2 ve verzi Datacenter a hypervisor Hyper-V. Jelikož zakoupení nového serveru bude podléhat výběrovému řízení, nebylo možné přesně vyčíslit finanční dopady s jeho pořízením. Byly však sepsány požadavky, jaké by měl nový server splňovat. Všechny uvedené ceny spojené s racionalizací počítačové sítě jsou proto pouze orientační. Praktická část je na závěr zastřešena souhrnem doporučení a jejich stručným návrhem řešení pro odstranění dalších zjištěných nedostatků, které nebyly řešeny v rámci hlavního návrhu. Mezi tato doporučení patří upgrade zastaralých operačních systémů na některých počítačových stanicích, lepší zabezpečení síťového provozu, zabezpečení a klimatizace serverovny.

Těmito postupnými kroky byly splněny všechny stanovené cíle. Doufám, že čas strávený na základní škole při provádění podrobné analýzy školní počítačové sítě a nad následným návrhem její racionalizace bude pro organizaci přínosem. Pevně proto věřím, že sumář dat obsažených v této diplomové práci se stanou pomocníkem při realizaci racionalizace školní počítačové sítě a postupně budou tak zjištěné nedostatky odstraněny. Zpracování této problematiky v rámci diplomové práce mě obohatilo o nové znalosti v oblasti počítačových sítí a možnostech virtualizačních technologií.

Seznam použité literatury

Literatura:

- [01] BIGELOW, Stephen J. *Mistrovství v počítačových sítích*. Brno: Computer Press, 2004. ISBN: 80-251-0178-9.
- [02] BROŽOVÁ, Helena, Tomáš ŠUBRT a Milan HOUŠKA. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Praha: Credit, 2003. ISBN: 978-80-213-1019-3.
- [03] DOSTÁLEK, Libor a Alena KABELOVÁ. *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. 5. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN: 978-80-251-2236-5.
- [04] HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 3. vyd. Brno: Computer Press, 2006. ISBN: 80-251-0892-9.
- [05] PETERSON, Larry L. and Bruce S. DAVIE. *Computer Networks: A Systems Approach*. 5th ed. Burlington: Morgan Kaufmann, 2012. ISBN: 978-0-12-385059-1.
- [06] RUEST, Danielle a Nelson RUEST. *Virtualizace: Podrobný průvodce*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN: 978-80-251-2676-9.
- [07] SOSINSKY, Barrie a Milan KERŠLÁGER. *Mistrovství – počítačové sítě: praktická příručka správce sítě*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN: 978-80-251-3363-7.
- [08] JANČÍKOVÁ, Zora a Robert FRISCHER. *Základy počítačových sítí: učební texty*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2007. ISBN: 978-80-248-1315-8.

Internetové zdroje:

- [09] BLOGCZSK. *Porovnání edic Windows Serveru 2012 R2*. [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: v.
- [10] BLOGCZSK. *Microsoft virtualizace*. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://blogs.technet.com/b/technetczsk/p/microsoft-virtualizace.aspx>.
- [11] BOTOŠ, Csaba. *Seriál Vše o iptables*. [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.root.cz/serialy/vse-o-iptables/#ic=serial-box&icc=title>.
- [12] BOUŠKA, Petr. *Co je to VLAN*. [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.samuraj-cz.com/clanek/vlan-virtual-local-area-network/>.

- [13] BOUŠKA, Petr. *Víte, jak pracuje router?*. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.samuraj-cz.com/clanek/vite-jak-pracuje-router/>.
- [14] BRADLAY, Michel. *DNS - Domain Name System*. [online]. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: http://compnetworking.about.com/cs/domainnamesystem/g/bldef_dns.htm.
- [15] CITRIX. *Všechny produkty*. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.citrix.cz/products/all-products.html?posit=glnav>.
- [16] DVOŘÁKOVÁ, Veronika. *Srovnání cloudové a virtualizační technologie*. Praha, 2012. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta elektrotechnická. Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd. [online]. [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.diplomovaprace.cz/2012/36/Dvorakova-Veronika-bachelor-thesis-2012.pdf>.
- [17] KEJDUŠ, Radek. *Technologie počítačové sítě: jak pracuje TCP/IP a ISO/OSI*. Extrahardware.cz. [online]. [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://www.cnews.cz/technologie-pocitacove-site-jak-pracuje-tcpip-isoosi/strana/0/1>.
- [18] LUHOVÝ, Karel. *Virtuální lokální síť VLAN*. [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/rubrika.asp?rid=17&tid=237>.
- [19] MARTINÍK, Ivo. *OSI referenční model*. [online]. [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: http://lms.vsb.cz/pluginfile.php/104434/mod_resource/content/1/1_networks.pdf.
- [20] MICROSOFT. *Ukončení podpory Windows XP*. [online]. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.microsoft.com/cze/ukoncenipodpory/vyhody-noveho-pocitace.aspx>.
- [21] NETWORKSORCERY. *Well known SCTP, TCP and UDP ports, 0 through 999*. [online]. [cit. 2015-02-14]. Dostupné z: <http://www.networksorcery.com/enp/protocol/ip/ports00000.htm>.
- [22] NOSKA, Martin. *Výhody virtualizace ocení i menší firmy*. [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.ictmanazer.cz/2012/03/vyhody-virtualizace-oceni-i-mensi-firmy/>.
- [23] ODVÁRKA, Petr. *Fyzická a linková vrstva ISO OSI*. Svět sítí. [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Fyzicka-a-linkova-vrstva-ISO-OSI-1392000>.
- [24] PALATINUS, Lukáš. *Topologie sítí*. [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://blog.banan.cz/Internet/Topologie-siti>.

- [25] PETERKA, Jiří. *Síťový model TCP/IP*. [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a92/a231c110.php3>.
- [26] ROUSE, Margaret. *Personal area network (PAN)*. [online]. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/personal-area-network>.
- [27] S&T CZ. *Serverová virtualizace*. [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://www.sntcz.cz/Solutions/servervirtualization/83709.cz.php>.
- [28] SÍŤOVÉ PROTOKOLY. *IP adresa*. [online]. [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.informatika-sz.estranky.cz/clanky/ip-adresa.html>.
- [29] SPOJE. NET. *VLAN - Virtual LAN*. [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://wiki.spoje.net/doku.php/navody/network/vlan>.
- [30] STREIT, Jan. *Virtualizace a konsolidace serverů*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta podnikatelská. Ústav informatiky. [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor verejne.php?file_id=42903.
- [31] TP-LINK. *Jak nakonfigurovat síť VLAN pomocí značky normy 802.1Q na inteligentním webovém přepínači?* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://cz.tp-link.com/article/?id=294>.
- [32] VONDRÁK, Ivo. *Úvod do softwarového inženýrství*. Ostrava, 2002. Skripta. VŠB - Technická univerzita Ostrava. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: http://vondrak.cs.vsb.cz/download/Uvod_do_softwaroveho_inzenyrstvi.pdf.
- [33] VMWARE. *Produkty*. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.vmware.com/cm/products.html>.
- [34] WEDOS HOSTING. *Co je virtualizace?* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://hosting.wedos.com/cs/virtual/co-je.html>.

Seznam zkratek

AD	Active Directory
AP	Access Point
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CPU	Central Processing Unit
CSMA / CD	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection
DAS	Direct Attached Storage
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System
FTP	File Transfer Protocol
HTTP	HyperText Transfer Protocol
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure
HW	Hardware
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMAP	Interactive Mail Access Protocol
IPv4	Internet Protocol version 4
IPv6	Internet Protocol version 6
IrDA	Infrared Data Association
iSCSI	Internet Small Computer System Interface
ISO / OSI	International Standards Organization / Open System Interconnection
LAN	Local Area Network
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LLC	Logica Link Control
MAC	Media Access Control
MAK	Multiple Activation Key
MAN	Metropolitan Area Network
MAP	Microsoft Assessment and Planning
MBSA	Microsoft Baseline Security Analyzer
NAS	Network Attached Storage
MS	Microsoft
NAT	Net Address Translation

NTP	Network Time Protocol
OS	Operační systém
P2P	Peer-to-peer
PAN	Personal Area Network
PC	Personal Computer
POP3	Post Office Protocol 3
PVID	Port VLAN ID
RAID	Redundant Array of Independent Disks
RAM	Random – Access Memory
SA	Service advertisement
SAN	Storage Area Network
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SP3	Service Pack 3
SSD	Solid-state drive
SSID	Service Set Identifier
SW	Software
ŠVP	Školní vzdělávací program
TCP / IP	Transport Control Protocol / Internet Protocol
UTP	Unshielded Twisted Pair
VGA	Video Graphics Array
VGC	VMware Guided Consolidation
VHD	Virtual Hard Disk
VHDX	Hyper-V Virtual Hard Disk
VLAN	Virtual Local Area Network
VMDK	Virtual Machine Disk
VMM	Virtual Machine Manager
XML	Extended Markup Language
WAN	Wide Area Network
Wi-Fi	Wireless Fidelity

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo;
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25. dubna 2015


.....
Bc. Petr Sedláček

Seznam příloh

Příloha č. 1: Sedm aspektů virtualizace

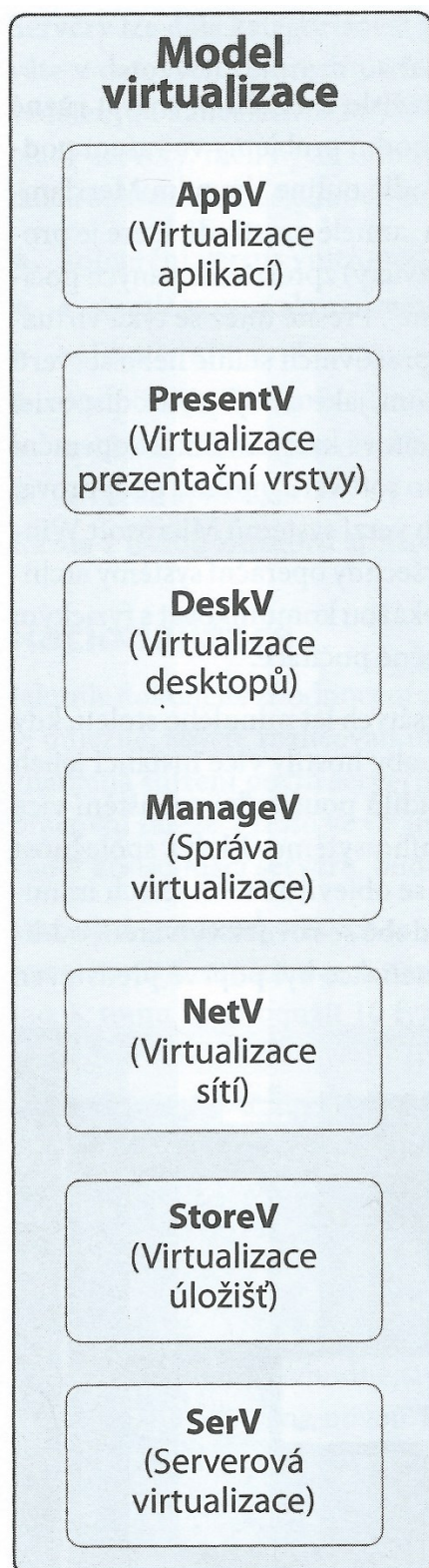
Příloha č. 2: Typy konfigurací polí RAID a Thin provisioning

Příloha č. 3: Virtualizační vrstvy architektury

Příloha č. 4: Přehled a porovnání edicí Windows Server 2012 R2

Příloha č. 5: CD s dokumentací školní počítačové sítě a elektronickou verzí diplomové práce ve formátu PDF/A

Příloha č. 1: Sedm aspektů virtualizace

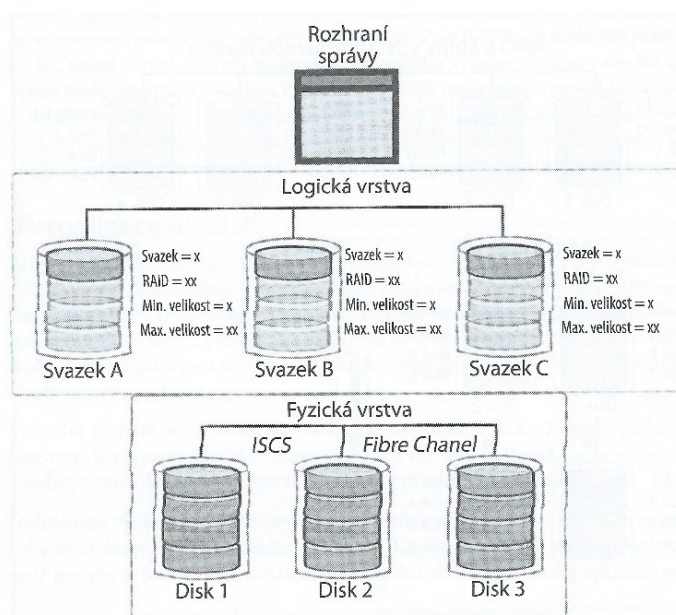
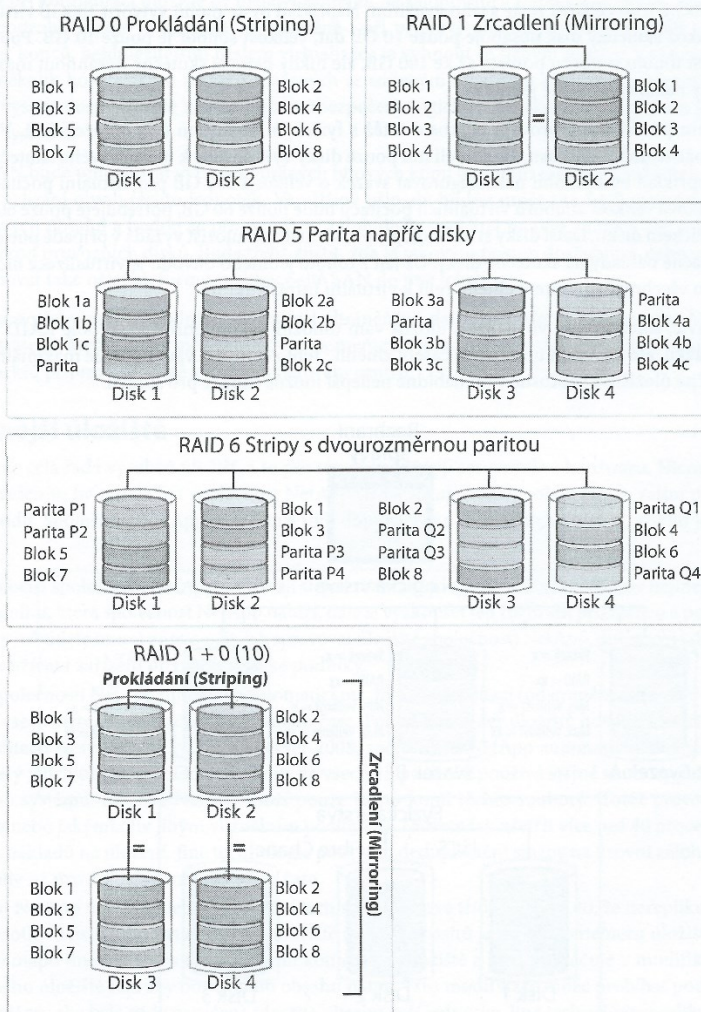


Zdroj: [6]

Příloha č. 2: Typy konfigurací polí RAID a Thin provisioning

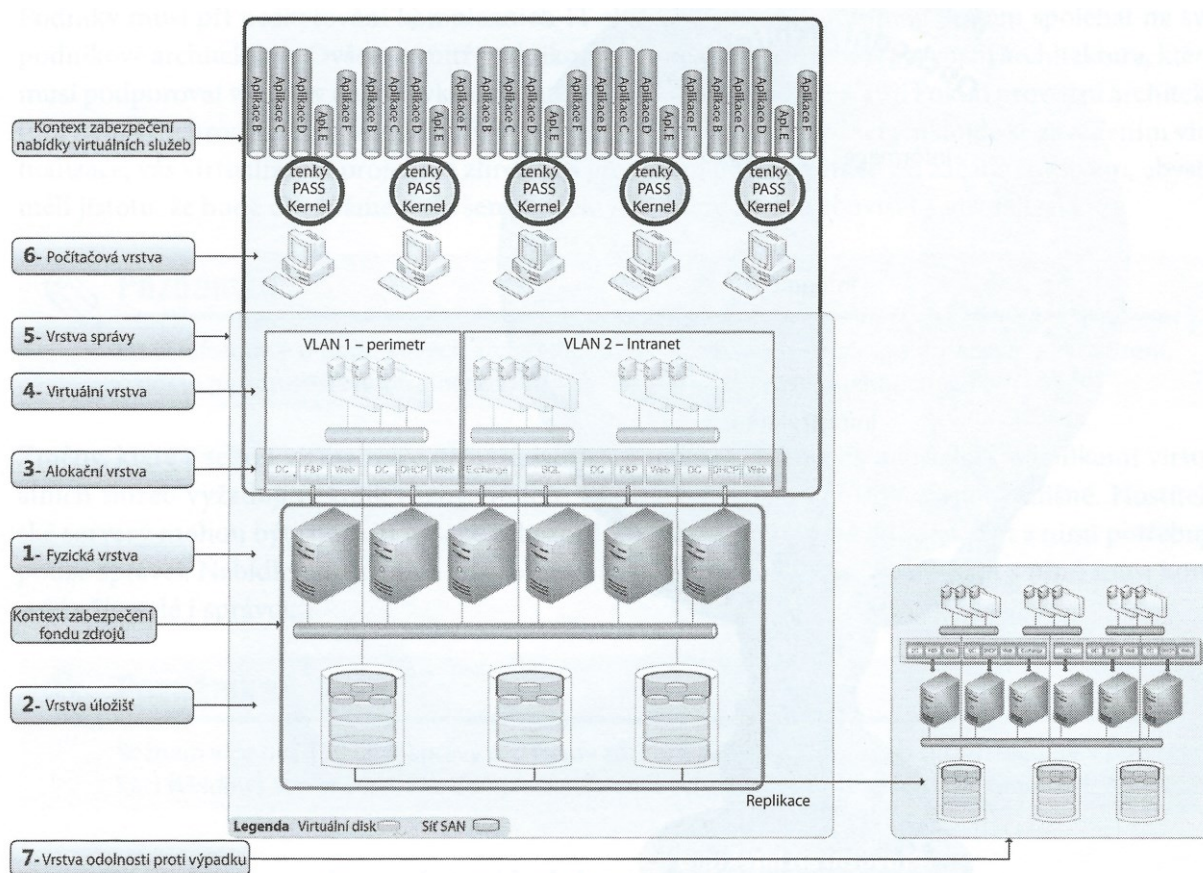
Nejčastější typy konfigurací polí RAID

- RAID 0
- RAID 1
- RAID 5
- RAID 6
- RAID 10



Zdroj: [6]

Příloha č. 3: Virtualizační vrstvy architektury



Zdroj: [6]

Příloha č. 4: Přehled a porovnání edicí Windows Server 2012 R2

	Windows Server® 2012 R2 Products and Editions						
	Windows Server 2012 R2 Datacenter	Windows Server 2012 R2 Standard	Windows Server 2012 R2 Essentials	Windows Server 2012 R2 Foundation	Microsoft Hyper-V® Server 2012 R2	Windows Storage Server 2012 R2 Standard	Windows Storage Server 2012 R2 Workgroup
Locks and Limits							
Maximum number of users	based on licenses	based on licenses	25	15	unlimited	unlimited	50
Maximum SMB Connections	16,777,216	16,777,216	16,777,216	30	16,777,216	16,777,216	250
Maximum RAS Connections	unlimited	unlimited	50	50	250	50	50
Maximum IAS Connections	2,147,483,647	2,147,483,647	50	10	50	50	50
Maximum number of 64-bit sockets	64	64	2	1	64	64	1
Maximum RAM	4 TB	4 TB	64 GB	32 GB	4 TB	4 TB	32 GB
Server can join a domain	Yes	Yes	For migration only	For migration only	Yes	Yes	Yes
DirectAccess	Yes	Yes	See documentation	Yes	No	Yes	Yes
Server Roles							
Active Directory® Certificate Services	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Active Directory Domain Services	Yes	Yes	Required	Yes (optional)	No	No	No
Active Directory Federation Services	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
AD Lightweight Directory Services	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes
AD Rights Management Services	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Application Server	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
DHCP Server	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
DNS Server	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
Fax Server	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
File Services	Yes	Yes	Yes	Yes	Limited features	Yes	Yes
Hyper-V	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No
Network Policy and Access Services	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Print and Document Services	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Remote Access	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Terminal Services Application Sharing	Yes	No	No	Yes	No	No	No
Terminal Services Gateway	Yes	Yes	No	See documentation	No	No	No
Web Services (IS)	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Windows Deployment Services	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Windows Essentials	Yes	Yes	Default	No	No	No	No
Windows Media Services support (Streaming Media Services)	See Installation Options documentation	See Installation Options documentation	Yes	See Installation Options documentation	No	No	No
WINS Server	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
Features							
RODC – read only domain controller	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Automatic Virtual Machine Activation	Both guest and host	As guest	As guest	No	No	No	No
Best Practices Analyzer	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BranchCache Hosted Server	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
BranchCache P2P Cache	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Windows Control Panel	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Distributed File System Replication	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Data Deduplication	Yes	Yes	No	No	No	Yes	No
iSCSI target support	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
DirectAccess	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Dynamic Memory (in virtualization)	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	No
Failover Clustering	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No
Hot add/replace RAM	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
IPAM (IP Address Management)	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Microsoft Management Console	Yes	Yes	Yes	Yes	Remote only	Yes	Yes
Minimal Server Interface	Yes	Yes	No	No	No	Yes	Yes
Network Load Balancing	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Support for Non-volatile Memory Express	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Windows PowerShell	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Server Core mode	Yes	Yes	No	No	Yes – the only option	after setup	after setup
Server license logging	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Server Manager	Yes	Yes	Yes	Yes	From a remote computer	Yes	Yes
SMB Direct and SMB over RDMA	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Storage Management Service	Yes	Yes	Yes	Yes	Basic file server only	Yes	Yes
Storage Spaces	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Volume Activation Services	Yes	Yes	No	No	No	No	No
VSS (Volume Shadow Copy Service) Integration	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Windows Server Update Services	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No

Zdroj: [9]